DIE NATURWISSENSCHAFTEN

23. Jahrgang | 4. Oktober 1935 | Heft 40

Niels Bohr zum fünfzigsten Geburtstage am 7. Oktober 1935.

Wenn die wissenschaftliche Forschungsarbeit eines Menschen auf einem so geraden und sicheren Wege und so erfolgreich zum gesteckten Ziel fortschreitet, wie das Lebenswerk von NIELS BOHR, so mag es für uns andere, die wir an diesem Werk teilhaben dürfen, erlaubt sein, zur Feier seines fünfzigsten Geburtstages rückschauend den bisherigen Weg in den wichtigsten Etappen zu verfolgen.

Die Abhandlung über das Wasserstoffatom, durch die im Jahre 1913 die moderne Atomtheorie begründet wurde, stand in ihren Thesen, wie BOHR es selbst ausdrückte, „in schroffem Gegensatz zu dem bewunderungswürdig zusammengefügten Kreis von Vorstellungen" der klassischen Physik. Den Mut zu diesem Bruch mit gesichertem Gedankengut der früheren Naturwissenschaft und die Überzeugung, „daß es — gerade durch Hervorhebung dieses Gegensatzes — vielleicht möglich ist, mit der Zeit einen gewissen Zusammenhang auch in die neuen Vorstellungen zu bringen", schöpfte BOHR aus jener Einstellung zum Problem der Realität, die für sein ganzes Schaffen die Grundlage bildet. Mehr als andere Naturforscher ist — so scheint es seinen Schülern — BOHR sich dessen bewußt, daß jeder Versuch einer Naturerkenntnis gleichsam über einer grundlosen Tiefe schweben muß, daß es zwischen dem Bewußtsein und dem Glauben an eine reale objektive Außenwelt nirgends eine für immer festgelegte Straße des Erkennens gibt, die auf sicherem Grund vom bekannten Gebiet in unbekanntes Neuland führt. Wer BOHRS Werk eingehend studiert, gewinnt daher den Eindruck, als ob jedes neue Problem für BOHR gewissermaßen nur eine neue Form sei, in der sich ihm das allgemeine Problem der Erkenntnis stellt.

Ein klarer Ausdruck für diese wissenschaftliche Haltung war das Korrespondenzprinzip, in dem eben der nicht überbrückbare Gegensatz zwischen klassischer und quantentheoretischer Gesetzmäßigkeit zu einem tieferen Eindringen in die noch unerschlossene Atommechanik ausgenützt wurde. Noch reichere Früchte trug diese intuitive Art der Forschung in der Theorie des periodischen Systems vom Jahre 1921, in der es BOHR gelang, ohne Kenntnis der exakten Form der Naturgesetze, die den Aufbau der Atome beherrschen, ein vollständiges Bild vom Schalenbau der Elektronenhülle zu entwerfen, das auch heute noch in fast allen Einzelheiten soweit richtig ist, als überhaupt anschauliche Vorstellungen vom Atom gebildet werden können. Am unmittelbarsten aber trat die Einheit von spezieller wissenschaftlicher Forschung und allgemeiner philosophischer Einsicht in BOHRS Analyse der physikalischen Grundlagen der Quantenmechanik im Jahre 1927 in Erscheinung. Die merkwürdigen Zusammenhänge, die zu einer Revision des Begriffes „objektive reale Außenwelt" im Bereich der Atome zwangen, trafen in der schönsten Weise zusammen mit den erkenntnistheoretischen Vorstellungen, die BOHR seiner wissenschaftlichen Forschung von Anfang an zugrunde gelegt hatte, so daß es ihm gelang, die zunächst so paradox erscheinenden Gesetzmäßigkeiten der Quantentheorie bis zum Grund zu verstehen und zu durchdringen. Daß eben dieser Teil des BOHRschen Werkes und seine Fortsetzung, die wir von BOHR erhoffen, die Grundlage für alle weiteren Fortschritte in der Atomphysik bildet, wissen alle, die sich um ein Vorwärtskommen in diesem Gebiete bemühen.

Für die Wissenschaftler, die das Glück gehabt haben, eine Zeit lang in BOHRS Institut in Kopenhagen arbeiten zu dürfen, ist ein anderer Teil seines Werkes fast noch wichtiger: Die Schaffung einer geistigen Mitte, in der sich die verschiedenen Fäden der modernen Naturwissenschaft vereinigen und in Beziehung zu dem allgemeinen philosophischen Untergrund aller Wissenschaft treten. Der außerordentliche persönliche Einfluß, den BOHR auf seine Schüler ausgeübt hat und ausübt, liegt eben in dieser Einheitlichkeit des Denkens begründet, in dem jede wissenschaftliche Frage ebenso wie das Leben selbst auf die gleiche unveränderliche Mitte bezogen wird.

Durch diese persönliche Kraft BOHRS ist das Kopenhagener Institut zum geistigen Zentrum der modernen Atomtheorie geworden; und wir hoffen alle, daß es — besonders wenn in Zukunft noch biologische und andere allgemeinere Fragen dort in Angriff genommen werden — diese Stellung noch lange Zeit beibehalten wird; denn einer solchen Führung vertrauen wir uns gerne an.

Im Gedanken an die zukünftige Entwicklung der BOHRschen Atomtheorie, deren erste zweiundzwanzig Jahre mit ihren Erfolgen noch eine ebenso reiche Ernte für später versprechen, bringen die deutschen Physiker in Dankbarkeit und Verehrung NIELS BOHR die herzlichsten Glückwünsche zum fünfzigsten Geburtstag dar.

W. HEISENBERG.

Zur Kenntnis des Lipochroms höherer Tiere und des Menschen.

Von L. ZECHMEISTER und P. TUZSON, Pécs.

Leitgedanken.

In steigendem Maße verfolgt die moderne Biochemie eine dynamische Richtung, indem von zahlreichen, mit der bloßen Inventur von Naturstoffen unzufriedenen Forschern die physiologische Vorstufe, die Entstehungsart und Anreicherung, der Umsatz sowie das Verschwinden chemischer Verbindungen studiert wird. Innerhalb dieses Rahmens erscheint es als eine dankbare Aufgabe, den Wegen von organischen Stoffen nachzuspüren, die, von einem Lebewesen gebildet, in ein anderes hineingelangen. Sie werden dort einverleibt, meist chemisch weiter verarbeitet oder aber (teils) abgelehnt und wieder ausgestoßen. Auch in der Welt der Moleküle gibt es lange Schicksalswege, bis schließlich die „organische" Atomkette einer Zerstörung zum Opfer fällt.

Nachdem die weitaus überwiegende Menge der auf unserem Planeten verfügbaren organischen Substanz pflanzlichen Geweben angehört, aus deren Materialbestand direkt oder indirekt jedes Tier seine Nahrung schöpft, ergeben sich biochemische und biologische Fäden in unabsehbarer Zahl, welche man verfolgen muß, um Einblick in das *Schicksal von Pflanzenstoffen im animalischen Stoffwechsel* zu gewinnen.

Die Größe der auf diesem Gebiete noch zu leistenden Arbeit wird einleuchtend, wenn man bedenkt, daß jedes einschlägige Problem für jede Tierart gesondert zu entscheiden ist. Die Fähigkeit zur Resorption bzw. zur partiellen oder völligen Ablehnung einer bestimmten chemischen Substanz darf als eine, im Verlaufe der Entwicklungsgeschichte erworbene Fähigkeit gelten, welche mit morphologischen bzw. histologischen Merkmalen des Tieres gleichzustellen ist. Bemüht man sich, mit Hilfe einer exakten Versuchstechnik kennenzulernen, bis zu welcher Feinheit die *Selektivität der Stoffaufnahme* im Tierreich differenziert ist, so können sich Ausblicke eröffnen, die nicht nur für den Chemiker von Interesse sind.

Aus der Fülle der geeigneten Untersuchungsobjekte sei hier das *Lipochrom* herausgegriffen und unter den erwähnten Gesichtspunkten behandelt, soweit dies heute möglich ist. Stehen dabei unsere bescheidenen Versuche öfters im Vordergrund und wird die weitverzweigte Literatur nur wenig zitiert, so möge dies als ein praktisches Mittel zum Zwecke des vorliegenden Aufsatzes gelten und soll den Verdiensten anderer Autoren keinen Abbruch tun.

Lipochrom.

Vor einem halben Jahrhundert erscheint zum ersten Male bei KRUKENBERG die Bezeichnung „*Lipochrom*" und wird noch heute als Sammelbegriff gebraucht, nämlich für gelbe bis violettrote, wasserunlösliche, aber in Fetten und Fettsolventen lösliche Naturfarbstoffe.

Bekanntlich ist pflanzliches und tierisches Fett, falls es überhaupt eine Farbe besitzt, meist von carotinartigen Pigmenten koloriert (*Carotinoide = Polyenfarbstoffe*). Sieht man von einigen Vertretern dieser Körperklasse ab, so läßt sich sagen, daß das Molekül der wichtigsten, im Pflanzen- und Tierreich äußerst verbreiteten Carotinoide 40 Kohlenstoffatome enthält. Als Untergruppen definiert man:

a) *Polyenkohlenwasserstoffe* $C_{40}H_{56}$ (α-, β-, γ-Carotin, Lycopin),

b) *Polyenalkohole* $C_{40}H_{56}O_n$ (n = 1 bis 6), welche Hydroxyle besitzen und demzufolge nicht nur in freiem Zustand, sondern auch mit Fettsäure verestert, als „Farbwachs", vorliegen können. Besonders häufig trifft man das Xanthophyll (= Lutein) $C_{40}H_{56}O_2$ im Gewebe an; seltener sind Farbstoffe mit Ketonfunktion (Rhodoxanthin, Capsanthin, Capsorubin). Unterscheidend zwischen a) und b) ist die klassische „Entmischungsprobe": Bei der Verteilung zwischen Benzin und schwach wasserhaltigem Holzgeist suchen die Kohlenwasserstoffe die obere, die Polyenalkohole („Xanthophylle") die untere Schicht auf, während ein natives Farbwachs sich epiphasisch, nach stattgefundener Verseifung aber hypophasisch verhält.

Soweit heute bekannt, ist der *Tierkörper zur Erzeugung von Lipochrom* aus einer farblosen Vorstufe *im allgemeinen unfähig* und auf die Pflanze angewiesen. Selbst Raubtiere beziehen ihr Fettpigment letzten Endes aus vegetabilischen Quellen, während gewissen Seetieren das Phytoplankton zur Verfügung steht. Sollten in der Zukunft Ausnahmen von der genannten Regel entdeckt werden, so dürfte das Gesamtbild dadurch sich kaum ändern, bestimmt nicht im Bereich höherer Tiere. Eine Zoosynthese von Lipochrom darf nämlich aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen noch am ehesten für Lebewesen erwartet werden, die auf einer niederen Stufe der morphologischen und biochemischen Differenzierung stehengeblieben sind. Als Analogiefall sei an das Vorkommen des typischen Pflanzenstoffes Cellulose in Tunicaten erinnert, sowie an das völlige Fehlen der Cellulose im Säugetier.

Löslichkeitseinflüsse.

Das gemeinsame Vorkommen von strukturell verschiedenartig gebauten Verbindungen im lebenden Gewebe wird von Löslichkeitsverhältnissen entscheidend mitbestimmt. Man versteht so die längst gemachte Beobachtung, daß das Lipochrom in zahllosen Fällen *mit Fett vergesellschaftet* ist und namentlich in lipoidreichen Organen, besonders aber in den Fettdepots sich nachweisen läßt. Dort ist das Pigment mit viel farblosem Lipoid innigst vermengt bzw. in ihm (kolloidal) gelöst und setzt dem Wegspülen durch wässerige Lösun-

gen einen bedeutenden Widerstand entgegen. Zweifellos verbleibt das Lipochrom jahrelang im Fettgewebe des Säugetiers, wenn auch Messungen über die durchschnittliche Dauer der physiologischen Polyenfixierung noch nicht vorliegen.

Die eigentümlichen Löslichkeitsmerkmale führen auch dazu, daß das Pigment nach einer alkalischen Hydrolyse des Trägerfettes in den unverseifbaren Rest gelangt, zusammen mit Sterinen, farblosen Kohlenwasserstoffen und anderen gewöhnlichen Begleitern der Glyceride.

Die Unlöslichkeit des Fettfarbstoffs in wässerigen Medien ist immerhin keine absolute. Wie so oft in anderen Fällen, hat die Natur auch hier Mittel und Wege gefunden, zur teilweisen oder völligen Überwindung von Löslichkeitswiderständen, je nach Bedarf: sie vollzieht den Kunstgriff einer mehr oder minder stabilen ***Paarung mit anderen Stoffen***. Das Polyen des Safrans ist teils an Zucker gebunden und liegt als wasserlösliches Glucosid vor. Im Organismus höherer Tiere spielen wohl gallensaure Salze eine lösende Rolle (EULER), besonders aber das ***Eiweiß***, welches imstande ist, Carotinoide in wässeriger Lösung zu halten. Nur so wird der ungehinderte Transport von Lipochrom durch die Blutbahn gewährleistet.

Es wurde von mehreren Forschern die Beobachtung gemacht, daß die an sich in Äther oder Benzin leichtlöslichen Carotinoide mit Hilfe dieser Solventen aus dem Blutserum gar nicht extrahierbar sind, wohl aber, nachdem man das Eiweiß mit Alkohol gefällt und so den Farbstoff befreit hatte. Ähnliche Vorgänge dürften bei dem Eintritt des Pigments in die speichernden Organe sich abspielen, z. B. in der Leber, Nebenniere, im Corpus luteum. Es ist noch nicht näher bekannt, wie das Lipochrom, welches mit dem Blute kreist, aus der Proteinklammerung befreit und an die Depotfette überantwortet wird.

In gewissen niederen Tieren ist ein mit Eiweiß recht stabil verbundenes Polyen, das Astacin, verbreitet, welches (z. B. nach KUHN und LEDERER) aus Krebsschalen gewonnen werden kann. Auch auf anderen Gebieten hat man mit Eiweiß gepaarte Naturfarbstoffe entdeckt, wie das „gelbe Ferment", Flavoproteide, Hämoglobin.

Isolierung.

Zu Beginn unserer Versuche war, im Hinblick auf den außerordentlich hohen Grad der Ungesättigtheit und Oxydationsneigung des Lipochroms, zu prüfen, ob der empfindliche Pflanzenstoff tatsächlich in chemisch unverändertem Zustand das Fettgewebe höherer Tiere erreicht? Es lagen diesbezüglich nur *spektroskopische* Bestätigungen vor; den reinen Farbstoff selbst hat unseres Wissens noch niemand in Händen gehabt. So wichtig die Messung der Lichtabsorption für die Chemie der natürlichen Farbstoffe geworden ist, so muß doch daran erinnert werden, daß für Lage und Beschaffenheit der Bänder praktisch nur die chromophore Gruppe als verantwortlich gelten darf, nicht etwa der Bau des Gesamtmoleküls. So sind z. B. die in Schwefelkohlenstoff gemessenen Spektra des β-Carotins $C_{40}H_{56}$, Kryptoxanthins $C_{40}H_{55}OH$ und Zeaxanthins $C_{40}H_{54}(OH)_2$ voneinander nicht zu unterscheiden, da alle drei dasselbe, aus 11 konjugierten Doppelbindungen bestehende und streng gleichartig angeordnete Chromophor besitzen. Aber auch abgesehen von ähnlichen Tatsachen, wird der Spektroskopiker bei der einfachen Beobachtung nie wahrnehmen können, ob ein gewisser Teil des untersuchten Farbstoffs verändert ist.

Zur Kontrolle der Unversehrtheit des tierischen Lipochroms war es also notwendig, ***den Farbstoff kristallisiert abzuscheiden*** und ihn der Elementaranalyse zuzuführen, was zunächst mit Kuh-, Pferde- und Hühnerfett gelang. Der Quotient Farbstoff/Farbloses liegt hier in der Größenordnung $^1/_{100\,000}$ bis $^1/_{200\,000}$. Das Depotfett des Pferdes und der Kuh lieferten je 2 mg reines *Carotin* pro Kilogramm, das Geflügelfett aber 4 mg *Xanthophyll* — das sind $^1/_4$ der colorimetrierten Pigmentmengen. Die Zusammensetzung der glänzenden Kristalle war in allen Fällen die erwartete; ein direkter Vergleich mit Präparaten pflanzlicher Herkunft zeigt Identität.

Die Frage nach der chemischen Intaktheit von animalischen Fettfarbstoffen war damit in positivem Sinne entschieden.

Methodisches.

Bei den referierten Versuchen bedienten wir uns einer von dem genialen russischen Botaniker TSWETT erdachten Arbeitweise, welche jahrzehntelang unbeachtet blieb, aber neuerdings, namentlich von KUHN sowie von KARRER und ihren Mitarbeitern, mit Erfolg angewandt wird.

TSWETT ließ Pigmentauszüge durch die in einem Glasrohr vertikal gestellte Säule eines festgestampften *Adsorbens*, z. B. Calciumcarbonat, sickern und saugte reichliche Mengen des reinen Lösungsmittels nach. Je nach der Stärke der Adsorptionsaffinität dringen die einzelnen Farbstoffkomponenten mehr oder weniger tief vor und bilden recht scharf abgegrenzte *Farbringe*. Die Säule wird aus dem Rohr gedrückt, und nun verwirklicht sich ein Wunschtraum des Chemikers: Verbindungen, die vorher in einem Gemisch vorlagen, werden durch Zerschneiden mit dem Messer voneinander getrennt.

Die chromatographische Adsorptionsanalyse, kurz „*Chromatographie*", dürfte in der Zukunft in steigendem Maße benützt werden. Damit in Zusammenhang sind allgemeinere Bemerkungen hier am Platze, über die in der modernen Biochemie angewandte *Technik zur Reindarstellung* von einheitlichen Verbindungen.

Man kann 3 Arbeitmaßstäbe unterscheiden und sie schlagwortartig wie folgt charakterisieren: 1. viel Ausgangsmaterial, makrochemisch bearbeitet, 2. wenig Naturprodukt und mikrochemisches Verfahren und 3. sehr viel Rohstoff und die

Anwendung der feinsten Mikromethodik, nachdem die studierte Verbindung weitgehend angereichert wurde. Erst das letztere Prinzip ermöglicht die nähere Untersuchung von organischen Substanzen, die von der Natur in kleinen Mengen und in einer außerordentlich starken Verdünnung dargeboten werden. Als schöne Beispiele seien die WILLSTÄTTERschen Fermentarbeiten, sodann die Forschungen von KÖGL über Wuchsstoffe und diejenigen von KUHN sowie von KARRER über Flavine genannt.

Menschenfett.

Es war auch in diesem Falle viel Ausgangsmaterial nötig, um das Lipochrom aus menschlichem Depotfett abzuscheiden. Wir wurden zur Ausführung dieser Arbeit von den einfachen Verhältnissen ermutigt, die beim Pferde-, Kuh- und Hühnerfett sich zeigten, besonders von der Homogenität und der einigermaßen bedeutenden Konzentration des Farbstoffs.

Die aus dem Material von Prosekturen stets sofort nach der Leichenöffnung ausgewählten, recht lebhaft gelben Fettproben zeigten im Colorimeter einen relativ hohen Pigmentgehalt, der aber bei der präparativen Weiterarbeit auf unerklärte Weise verschwand. Der schließliche Ertrag war gewichtsmäßig äußerst gering. Wenn auch bei früheren Autoren, z. B. bei VAN DEN BERGH, zu lesen ist, daß in unseren Fettdepots sowohl Carotin als auch Xanthophyll vorkommt, so war damit die Ursache für den Mißerfolg der erwähnten Vorversuche natürlich noch nicht gegeben. Erst die feinere *chromatographische Aufteilung des menschlichen Gesamtlipochroms* klärte den Widerspruch.

Bekanntlich gibt es in bezug auf die Farbstärken gewaltige Abweichungen zwischen den einzelnen Carotinoiden, in dem Sinne, daß die hoch-ungesättigten Vertreter mehrere Male farbkräftiger sind als Carotin oder Xanthophyll. Nun ließen sich aber zwei solche, besonders intensiv gefärbte Polyene im Menschenfett nachweisen: Lycopin, das mit der Tomate, und Capsanthin, das mit dem Paprika in den Organismus gelangt. Beide täuschen im Colorimeter sehr viel „Scheincarotin" bzw. „Schein-xanthophyll" vor, so daß die tatsächliche Menge des Pigments weitaus niedriger ist, als in der Literatur angegeben. Analoges gilt auch für gewisse Organe, z. B. für die Leber.

Nun war der Weg zur Fortsetzung der Versuche vorgezeichnet: man mußte einfach viel Ausgangsmaterial nehmen.

Wir sammelten 18 kg Menschenfett mittlerer Qualität, welches der Bauch- bzw. Oberschenkelgegend entstammte und insgesamt rund 27 mg Lipochrom enthielt, nämlich 9,5 mg Carotin, 4,3 mg Lycopin, 10,3 mg Xanthophylle und 3 mg Capsanthin. Der Quotient Pigment/Fett betrug hier etwa $^1/_{700\,000}$.

Im Wege der Chromatographie isolierten wir 2 mg Carotin und $^3/_4$ mg Lycopin in Form von schön ausgebildeten, chemisch reinen Kristallen, während die Abscheidung der beiden anderen Pigmentkomponenten noch nicht gelungen ist. Zu ihrer Identifizierung diente der Gedanke einer „Misch-chromatographie": Man vermengt die Lösung des nachzuweisenden Carotinoids mit derjenigen einer entsprechenden Vergleichssubstanz anderer Herkunft und zeigt, daß die beiden Farbstoffe in der Adsorptionssäule nicht zu trennen sind, sondern eine homogene Zone bilden. Das Verfahren ist, innerhalb gewisser Körperklassen, mit der Messung des Misch-schmelzpunktes vergleichbar und erfordert in günstigen Fällen kaum mehr Material als jene altbewährte Probe.

Der skizzierte Versuch beweist, daß das mit unserer Nahrung aufgenommene *Lipochrom* und namentlich auch das Carotin (Provitamin A) die *Fettdepots des Menschen unverändert erreichen* kann, und daß der Farbstoff aus der überwältigenden Fettmenge in demselben Zustand sich regenerieren läßt, wie er von der Pflanze aufgebaut und dargeboten wurde.

Lipochromkreislauf.

Bevor wir auf das Problem der selektiven Pigmentspeicherung im animalischen Gewebe eingehen, sei hier ein skizzenhaftes Bild betreffs *Schicksal des Lipochroms im Organismus höherer Tiere* entworfen. Der folgenden Übersicht liegen nur zum kleineren Teile eigene Versuche zugrunde; sie bezieht sich auf einen noch ungenügend studierten Spezialabschnitt der Stoffwechsellehre, welcher sich an bekannte allgemein-physiologische Tatsachen anschließt.

Das von dem Säugetier verzehrte Lipochrom erfährt unter normalen Bedingungen eine *Vierteilung:*

1. Es wird in nativem Zustand wieder ausgeschieden,
2. ohne chemische Änderung gespeichert,
3. völlig verbrannt, und
4. wird der Rest chemisch verändert bzw. partiell abgebaut.

Im Hinblick auf die träge Resorption und auf die gleichfalls schwierige Verbrennbarkeit von Carotinoiden kommt Punkt 1 mengenmäßig stark in Betracht, so daß ein großer Teil des Lipochroms, welches von der Tierwelt verzehrt worden ist, in den Boden gelangt. H. FISCHER sowie KARRER konnten aus Schaf- und Kuhkot Xanthophyll nebst etwas Carotin isolieren. Im Verlaufe unserer Versuche zeigte es sich, daß 60—90 % des mit dem Futter in den Pferdekörper eingetretenen Polyens schließlich in den Mist gelangt und zum größeren Teile kristallisiert zurückgewonnen werden kann.

Von den im Punkt 4 erwähnten Reaktionen ist für α-, β- und γ-Carotin die hydrolytische *Spaltung zum A-Vitamin* (lipoidlöslicher Wachstumsfaktor) berühmt geworden. Aus Forschungen, namentlich von RAMSDEN, OSBORNE, STEENBOCK, MOORE, KARRER, EULER, KUHN, HEILBRON, ROSENHEIM und ihren Mitarbeitern, folgt ein-

wandfrei, daß das pflanzliche Carotin ein *Provitamin* ist, welches erst in der Leber des Säugetieres, wohl unter enzymatischem Einfluß, zum eigentlichen lebenswichtigen Vitamin A umgesetzt wird. Der Vorgang verläuft nach der Gleichung

$$C_{40}H_{56} + 2\,HOH = 2\,C_{20}H_{30}O,$$

was von KARRER, MORF und SCHÖPP entdeckt und sogleich auch strukturchemisch festgelegt wurde. Da der Bedarf an einem Vitamin naturgemäß ein sehr beschränkter ist, werden nur wenige Prozente von dem Futtercarotin der erwähnten Spaltung anheimfallen. Wahrscheinlich wirkt hier ein noch verborgener Reguliermechanismus mit, der, je nach Bedarf, eine mäßigere oder weitergehende Ausnützung des verfügbaren Carotins gewährleistet.

So wichtig diese modernen Ergebnisse sind, so bedürfen sie einer wesentlichen Ergänzung in bezug auf die *biologische Rolle der übrigen Carotinoide*, die (mit einer Ausnahme) als A-Provitamin unwirksam sind. Wir glauben nicht, daß die relativ große Xanthophyllmenge, die im menschlichen Körper resorbiert, verteilt und eingelagert wird, nur als Ballast dienen soll.

Pigmentänderungen.

Es folgt bereits aus der erwähnten Elastizität der Lipochrombilanz, daß der Polyengehalt von Organen, des Depotfetts, des Blutes keine konstante sein kann und mit allgemeiner Gültigkeit höchstens größenordnungsgemäß anzugeben ist. Von entscheidendem *Einfluß auf die Pigmentkonzentration* sind vor allem: die Art des Tieres, die Menge seines Fettvorrats, die Zusammensetzung der Nahrung und der individuelle Gesundheitszustand.

Eine Modifikation der Diät ändert nur die Menge der zirkulierenden Carotinoide rasch ab: sie verschiebt prompt den Lipochrominhalt des Blutes. Wiederholt beobachteten wir, daß Pferdeblut keine Spur Polyen mehr enthält, wenn das Tier 1—2 Tage vor der Entnahme gehungert hatte, während man sonst einen schön gelben Ätherauszug aus dem Serum bereiten kann. Erst in zweiter Linie und merklich langsamer scheint der Polyengehalt gewisser Organe, z. B. der Leber, als Funktion der Ernährungsweise zu variieren, während das Pigment des Depotfetts wohl noch schwerer zu beeinflussen ist.

Es ist derzeit nicht mit Sicherheit bekannt, ob das einmal abgelagerte Lipochrom irgendwie in den Fettstoffwechsel eingreift und ob etwa sein Carotin im Notfalle als Provitamin A-Reserve herangezogen wird. Jedenfalls ist es kein Zufall, und es muß eine besondere Bedeutung haben, daß die Gesamtmenge des gestapelten Lipochroms auch bei normaler, carotinoidreicher Diät stets niedrig bleibt. Schätzungsweise beträgt sie z. B. 10 bis 50 mg für den Menschen, etwa 100—500 mg für ein Pferd, das sind nicht mehr als der Polyengehalt von 1 Tagesnahrung oder von wenigen Rationen.

Mit Rücksicht auf die Mannigfaltigkeit der Einflüsse, von denen Konzentration und Zusammensetzung des menschlichen Lipochroms gelenkt werden, können geringere *pathologische Änderungen* auf diesem Wege sich nicht verraten. Anders steht die Sache bei schweren Störungen des Stoffwechsels, wie Diabetes, Krebs, Ikterus, gewissen Leberkrankheiten, von denen auch der Lipochrombestand so stark in Mitleidenschaft gezogen wird, daß hier für den Pathologen, vielleicht auch für den Kliniker, ein neues Arbeitsfeld sich eröffnet. Es sei diesbezüglich auf Untersuchungen der ASCHOFFschen Schule verwiesen. Auch unser Versuchsmaterial verrät bedeutende Schwankungen des Pigments im Menschenfett. Namentlich in Fällen von Karzinom zeigte das Chromatogramm des Depotfettfarbstoffs außerordentlich viel Lipochrom an, dessen hohe Konzentration kaum durch die Abmagerung des Patienten erklärt werden konnte.

Selektionsvorgang.

Wir kommen nun zur interessanten Tatsache, daß verschiedene Tierarten, ohne sichtbaren Grund, ein mannigfaltiges, weit über individuelle Schwankungen hinausgehendes Verhalten gegenüber dem Lipochrom der Nahrung zeigen.

Wie allgemein bekannt, ist der Schweinespeck farblos, das Hühner- und Pferdefett sind gelb. Diese Unterschiede sind keineswegs in der Diät begründet, sondern sie müssen auf tieferliegende Ursachen zurückzuführen sein. Umsonst fütterte EULER 2 Wochen hindurch Meerschweinchen mit der carotinreichen Mohrrübe, es wurde keine Spur Farbstoff in das Fett übernommen.

Ein teils schon älteres Studium dieser Verhältnisse stellte bisher die folgenden *Typen* auf (normale, in Europa übliche Ernährungsweise vorausgesetzt):

1. Von keiner Komponente des verzehrten Lipochroms wird das Fettgewebe erreicht (Schwein).

2. Die Polyenkohlenwasserstoffe (Carotine) werden gestapelt, die Polyenalkohole (Xanthophylle) abgelehnt (Pferd, Kuh).

3. Umgekehrt wie 2 (Geflügel).

4. Sämtliche Polyentypen gelangen in das Depotfett (Mensch).

Es findet also eine überraschende Auswahl statt: *Lipochromfarbstoffe, die sich von gewissen Tieren speichern lassen, werden von anderen abgelehnt.* Die Fraktionierung verläuft mit einer solchen Schärfe, daß wir bei der Prüfung sämtlicher wichtigen Organe eines 600 kg schweren Pferdes kaum ein Spürchen Xanthophyll nachweisen konnten, obzwar gerade diese Komponente in dem Lipochrom des Futters überwog. Andererseits war, selbst im Wege der feinsten Chromatographie eines besonders stark pigmentierten Hühnerfettes (17 mg Xanthophyll pro Kilogramm enthaltend), praktisch gesprochen, kein Carotin nachweisbar.

Bezüglich der *menschlichen Fettfarbstoffe* wäre es abwegig anzunehmen, daß in diesem Falle

keinerlei Selektion geübt, sondern eine unveränderte Durchschnittsprobe des Nahrungslipochroms einfach übernommen und eingelagert werde. Auch der Mensch vollzieht eine gewisse Auswahl, die aber nur quantitativer, nicht qualitativer Art ist und deshalb weniger auffällt. Jedes in der Nahrung enthaltene Carotinoid gibt in unserem Fettgewebe sozusagen seine Visitenkarte ab, das ursprüngliche Mengenverhältnis der einzelnen Farbstoffkomponenten erscheint jedoch im Depotfett stark verschoben.

In allen von uns untersuchten Fällen war der Anteil der Tomaten- bzw. Paprikafarbstoffe (Lycopin und Capsanthin) an dem Gesamtlipochrom viel bedeutender als an dem Polyeninhalt der Nahrung (während einer längeren Zeitperiode). Man denke daran, daß Capsanthin ausschließlich als Bestandteil eines Gewürzes genossen wird und trotzdem die Menge des universell verbreiteten Carotins im Menschenfett erreichen kann. Ähnliches gilt für den Farbstoff der Tomate. Man darf vielleicht das Fett mit der TSWETTschen Säule vergleichen: in beiden Adsorbenten werden die Polyene um so leichter fixiert, je ungesättigter sie sind.

Auf die Beziehung zwischen Pigmentselektion und A-Vitaminbedarf wollen wir nicht näher eingehen, da der A-Stoffwechsel von carotinfreien Tieren zunächst eine bereits aktuell gewordene Klärung erfordert.

Selektionsort.

Schon heute war der Plan zugänglich, den Ort der Pigmentselektion festzulegen. Wir wählten hierzu das *Pferd*, mit Rücksicht auf die Größe seiner Organe und des Blutvorrates. Die Neuuntersuchung des letzteren war von Interesse, weil es a priori möglich erschien, daß die Farbstoffauswahl im Fettgewebe selbst bzw. in lipoidreichen Organen erfolge, denen nach dieser Auffassung die Fähigkeit abginge, gewisse Polyentypen aus dem Blutkreislauf einzufangen. Eine chromatographische Prüfung bestätigte jedoch die Angabe der Literatur, wonach das Pferdeblut frei von Xanthophyll ist. Der große Kreislauf führt nur Carotin.

Offenbar würden gewisse Organe sowie das Depotfett des Pferdes auch Polyenalkohole binden können, wenn sie überhaupt mit solchen in Berührung kämen. Hierauf deutet in der Tat VAN DEN BERGHS Beobachtung, daß die Kaninchenleber, welche unter gewöhnlichen Umständen nur Carotin enthält, nach einer intravenösen Einspritzung von kolloidalem Xanthophyll bereits innerhalb $^1/_2$ Stunde auch diesen Farbstoff aus dem Blute nimmt.

Beim Pferd stand man vor der Alternative, daß das Futterxanthophyll entweder überhaupt nicht resorbiert wird, oder aber, daß es zwar in die Blutbahn gelangt, jedoch in die Leber geführt, dort einem Umwandlungs- bzw. Vernichtungsprozeß zum Opfer fällt.

Schon vor 80 Jahren hatte u. a. CL. BERNARD in seinen klassischen Versuchen Probleme der Leberfunktion durch die Prüfung von Blut vor und nach dem Durchströmen dieses Organs entschieden. In Zusammenarbeit mit den Herren E. ERNST und B. BONDY haben wir, nach sehr reichlicher Fütterung (grüne Pflanzenteile), die Bauchhöhle eines narkotisierten Pferdes geöffnet, die Gedärme ausgeräumt, die Vena portae herauspräpariert und ihr bei normaler Herztätigkeit einige Liter Blut entnommen. Der chromatographische Vergleich mit dem Jugularblut desselben Tieres ergab, daß beide Serumproben frei von Xanthophyll sind; der Carotingehalt des Portalblutes war, zufolge der lebhaften Resorption, merklich erhöht.

Eine Fahndung nach Xanthophyll im Lymphsystem erübrigt sich, da dieser Farbstoff in keinem Organ des Pferdes aufzufinden war.

Demnach *passieren die verfütterten Polyenalkohole die Darmwand des Pferdes nicht*, sondern es findet bereits während der Resorption eine Farbstoffauswahl statt. Von welchen Unterschieden im Resorptionsmechanismus die, für gewisse Tierarten typischen Selektionsvorgänge verursacht werden, bleibt unklar.

Schlußbemerkung.

So lückenhaft unsere derzeitigen Kenntnisse über das Schicksal von pflanzlichen Carotinoiden im Tierkörper sind, so hoffen wir doch, gezeigt zu haben, daß einige gesicherte Anhaltspunkte für die Weiterarbeit vorliegen. Man verdankt die neuesten Fortschritte vor allem jener methodischen Erleichterung, die bei dem Experimentieren mit farbigen Verbindungen sich bemerkbar macht. Während man sonst umständliche analytische Verfahren zum Nachweis und zur Bestimmung eines farblosen Stoffes ausführen muß, wird der Weg eines Pigments qualitativ mit dem Auge verfolgt, seine Menge rasch und ohne Substanzverlust im Colorimeter gemessen.

Farbige Naturstoffe wurden in den letzten Jahren in steigendem Maße als physiologisch wichtige Bestandteile des lebenden Gewebes erkannt. Von dem ungesättigten Charakter des Moleküls wird Farbe hervorgerufen; aber dieselbe ungesättigte Atomgruppierung verleiht der Verbindung auch eine stark gesteigerte Reaktionsfähigkeit bzw. eine chemische Empfindlichkeit, die leicht zu einer bedeutenden biochemischen oder biologischen Rolle führen kann. Farbe und Bioaktivität sind hier zwei Auswirkungen derselben molekularen Grunderscheinung.

Literatur:

Die Zusammenstellung der umfangreichen Lipochromliteratur fällt aus dem Rahmen dieses Aufsatzes. Neuere Arbeiten sind in den folgenden Mitteilungen der Verfasser zitiert: Zur Kenntnis der tierischen Fettfarbstoffe. Ber. dtsch. chem. Ges. **67**, 154 (1934). — Isolierung des Lipochroms aus Pferde- und Hühnerfett. Einige Beobachtungen an menschlichem Fett. Hoppe-Seylers Z. **225**, 189 (1934). — Beitrag zum Lipochromstoffwechsel des Pferdes. Hoppe-Seylers Z. **226**, 255

(1934). — Isolierung von Komponenten des menschlichen Lipochroms. Hoppe-Seylers Z. **231**, 259 (1935). — Zur Kenntnis der selektiven Aufnahme von Carotinoiden im Tierkörper. Hoppe-Seylers Z. **234**, 235 (1935). — Über den Lipochrominhalt der menschlichen Leber. Hoppe-Seylers Z. **234**, 241 (1935). — Contribution biochimique à l'étude des pigments de la graisse humaine. Bull. Soc. Chim. biol. Paris (in Druck) (1935). — Selective Accumulation of Lipochrome. Nature (Lond.) **135**, 1039 (1935) (mit E. ERNST). — *Sammelwerke:* L. S. PALMER, Carotinoids and related pigments. New-York: Chemical catalog Co (1922). — P. KARRER u. H. WEHRLI, 25 Jahre Vitamin A-Forschung. Nova Acta Leopoldina, Halle a. S. (1933). — A. WINTERSTEIN, Fraktionierung und Reindarstellung von Pflanzenstoffen nach dem Prinzip der chromatographischen Adsorptionsanalyse. G. KLEINS Handbuch der Pflanzenanalyse **4**, 1403. Wien: Julius Springer 1933. — H. WILLSTAEDT, Carotinoide. Pilz- und Bakterienfarbstoffe. Stuttgart: Ferdinand Enke 1934. — L. ZECHMEISTER, Carotinoide usw. Berlin: Julius Springer 1934. — CHR. BOMSKOV, Methodik der Vitaminforschung. Leipzig: Georg Thieme 1935. — E. LEDERER, Les caroténoïdes des animaux. Paris: Masson et Co. 1935.

Elektrische Sprachanalyse.

Von KURT KETTERER, Berlin.

Durch die moderne Entwicklung von Telephonie, Rundfunk und Tonfilm hat die Frage nach der physikalischen Struktur der Sprachlaute eine hervorragende technisch-wirtschaftliche Bedeutung gewonnen. Die Forschung ging naturgemäß von den interessierten Technikern selbst aus und hat wertvollste Ergebnisse von allgemeinwissenschaftlicher Bedeutung zutage gefördert.

FLETCHER und CRANDALL (Bell's Telephone Laboratories, New York), WAGNER und MEYER (Heinrich Hertz-Institut für Schwingungsforschung), GRÜTZMACHER (Reichspostzentralamt), BACKHAUS und besonders F. TRENDELENBURG (Forschungslaboratorium Siemens) haben neue elektrische Methoden der Schallanalyse und -synthese ausgearbeitet und auf deutsche und englische Sprachlaute angewandt.

Da es zunächst darauf ankam, den Umfang des zu übertragenden Frequenz- und Intensitätsbereiches abzugrenzen, konnten die Untersuchungsmethoden auf isolierte und überdehnte Laute eingestellt werden. Die elektrische Analyse der Sprachlaute unter natürlichen Akzentverhältnissen besitzt nicht dieselbe praktische Aktualität und ist deshalb bis heute nicht systematisch in Angriff genommen worden. Desto begrüßenswerter im Interesse dieser neuen, zur Zeit noch um Anerkennung und organisatorische Grundlagen kämpfenden Disziplin ist daher die zweibändige Veröffentlichung von GEMELLI und PASTORI: L'Analisi Elettroacustica Del Linguaggio, Mailand 1934.

Entsprechend ihrer individual-linguistischen und satzphonetischen Problemstellung legen die Verfasser der Arbeit ausschließlich Oszillogramme von zusammenhängender Rede oder einzelnen Wörtern zugrunde. Der zweite Band, der auf 88 Tafeln zahlreiche prachtvolle Sprachkurven enthält, verrät ausgezeichnete Beherrschung dieser nicht ganz einfachen Registriertechnik. Die Auswertung erfolgt überwiegend algebraisch, mittels der Fourieranalyse. Zur Kontrolle dient eine gleichfalls algebraische Methode von VERCELLI, die speziell darauf eingerichtet ist, unharmonische Komponenten zu erfassen. Zur automatischen Analyse der Oszillogramme wird die Apparatur von DIETZSCH benutzt. Dieser verwendet, einer Anregung von SACIA folgend, die Photozelle zur Zerlegung periodischer Funktionen. Die Periode wird dabei vergrößert in schwarzem Papier ausgeschnitten und um einen rotierenden Glaszylinder befestigt, der von innen beleuchtet ist. Wie im Amplitudenverfahren der Tonfilmtechnik wird dann die Kurvensilhouette durch einen Spalt abgetastet, und die erzeugten Stromschwankungen werden einem mechanischen Resonanzsystem zugeführt. Durch Variieren der Tourenzahl des Zylinders lassen sich die in der Kurve vorhandenen Teilfrequenzen heraussieben.

Die elektrischen Untersuchungen bestätigen grundsätzlich die Vokaltheorie von HELMHOLTZ, dem sich auch C. STUMPF angeschlossen hat. Danach handelt es sich, wie bekannt, bei den charakteristischen Obertönen der Vokalklänge (Formanten) um Teiltöne der Stimmbandschwingungen. Diese werden im sog. Ansatzrohr (Rachen-, Mund- und Nasenhöhle) durch Resonanz verstärkt. Infolge der komplizierten Form des Ansatzrohres treten dabei mindestens 2 Resonanzstellen auf (Formantzentren). Durch Veränderung der Zungen- und Lippenstellung, des Kieferabstandes usw. erhält der „Resonator" für jeden Vokal die spezifische Form, die ihn befähigt, aus dem sehr obertonreichen Stimmklang die charakteristischen Elemente herauszuheben. Die Formanten stehen zum Grundton in harmonischem Verhältnis, d. h. sie sind ganzzahlige Vielfache davon.

Im einzelnen erhält man natürlicherweise genauere und detailliertere Ergebnisse als mit den alten mechanischen Methoden. Die harmonische Beziehung hat sich bei gleichbleibender Tonhöhe in den meisten Fällen nachweisen lassen. Mit dem besonders leistungsfähigen Suchtonverfahren hat sie CRANDALL in 214 von 288 Fällen vorgefunden. Neu aufgestellt sind von GEMELLI die Klangspektra der Nasalvokale. Auch geflüsterte Vokale hat er bearbeitet.

H. FLETCHER verdanken wir wichtige Angaben über den Einfluß des Grundtones auf die Klangfarbe (Fig. 1). Der Vergleich des „*i*" von englisch „*eat*" (Tonhöhe 128 Hertz) mit demselben Vokal von demselben Sprecher um eine Oktave höher gesprochen, läßt eine augenfällige Veränderung der gesamten Resonanzlage infolge der Tonerhöhung erkennen.

Dieser akustische Befund kann in aufschlußreicher Weise mit den Ergebnissen kombiniert werden, welche PARMENTER, TREVIÑO und BEVANS bei ihren Röntgenuntersuchungen über die Vokal-

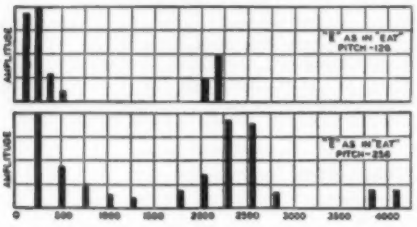


Fig. 1. Spektrum des Vokals „i" in engl. *eat*. Tonhöhe 128 und 256 Hertz. (Nach FLETCHER.)

stellungen erzielt haben (Fig. 2). Als Wirkung einer Tonerhöhung um eine Oktave haben die Verfasser regelmäßig eine kräftige Aufwärtsbewegung des Kehlkopfes, verbunden mit gleichzeitiger Veränderung der übrigen Teile des Ansatzrohres, aufgezeigt. Da beim Sprechen der Grundton bekanntlich dauernd in großer Breite variiert wird, so folgt hieraus auch für das Ansatzrohr eine entsprechende dauernde Bewegung. Die traditionelle Vorstellung von einer festen Artikulationsstellung ist dadurch unhaltbar geworden. Soll trotzdem die „aufgegebene" Klangfarbe festgehalten werden, so müssen an anderer Stelle Kompensationsbewegungen einsetzen. Der Resonator muß dauernd „nachgestimmt" werden (PAGET), da die Zunge infolge der engen Verbindung zwischen Schildknorpel und Hyoid in die Aufwärtsbewegung des Kehlkopfes mit hineingezogen wird. Unterbleiben diese Kompensationsbewegungen, bei nachlässigem Sprechen oder im Affekt, so entsteht eine neue Klangfarbe, und zwar ganz im Sinne von PARMENTER, diejenige mit der nächsthöheren Zungenstellung. Dies ist auch tatsächlich im Neuenglischen in nachgewiesenem Zusammenhang mit Tonerhöhungen in zahllosen Fällen beobachtet worden. Vgl. W. HORN, Festschrift für BEHAGHEL. Nach HORN und WILDE wird *ā* zu offenem *ō*, offenes *ō* zu geschlossenem *ō*, *ā* zu *e*, *e* zu *i*, Lautveränderungen, die auch sprachgeschichtlich immer wieder zu belegen sind.

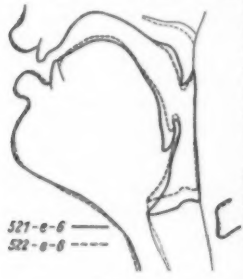


Fig. 2. Organstellung des Vokals „e" —— bei 128 - - - - bei 256 Hertz. (Nach PARMENTER.)

Der Fortschritt der Naturwissenschaften hat somit der historischen Sprachforschung die Aussicht eröffnet, den sog. spontanen Lautwandel mit der Sprachmelodie in Verbindung zu bringen und auf diesem Wege psychologische und sozial-

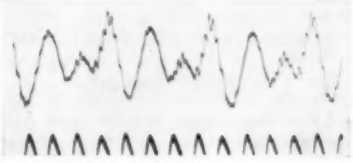


Fig. 3. Typische Kurvenform des Vokals „i". Tonhöhe 240 Hertz bei isolierter Artikulation.

linguistische Momente in exakter Weise zu seiner Erklärung heranzuziehen.

Die sog. typischen oder stationären Schwingungsbilder der Vokale bei GEMELLI stimmen für die entsprechenden Tonhöhen mit dem bereits vorhandenen Material überein (Fig. 3 u. 4). Aber an vielen Beispielen wird gezeigt, daß daneben unter den natürlichen Betonungsverhältnissen unvollständige und atypische Formen auftreten, die zahlenmäßig sogar häufiger sein können als die Normalform. Diese die Eigenart der Sprachlaute scharf charakterisierende Tatsache spiegelt den physiologischen Rhythmus im Auf- und Abbau der Vokalstellungen. Sie kann in Verbindung mit dem Melodie- und Intensitätsablauf zu einem Akzentkriterium ersten Ranges ausgebaut werden (Fig. 5).

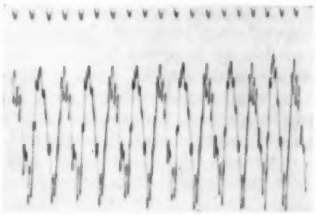


Fig. 4. Typische Kurvenform des Vokals „i". Tonhöhe 380 Hertz bei isolierter Artikulation.

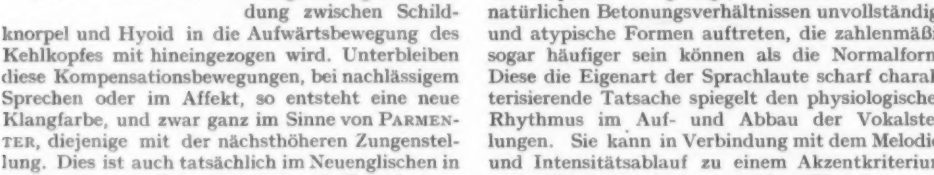


Fig. 5. Typische und atypische Formen des Vokals *a* unter dem Sprachakzent.

Die Frage, wieweit aus den im Schallfeld aufgefangenen Sprachschwingungen Anhaltspunkte für die physiologische Lautdauer zu gewinnen sind, beantwortet GEMELLI für die Lippenlaute. Er registriert zu diesem Zweck physiologisch den Lippenschluß unter gleichzeitiger Aufnahme des betreffenden Wortes über den Oszillographen (Fig. 6). Die Wirkung des Lippenverschlusses äußert sich darin, daß die Schwingungsform des Stimmklanges sofort unregelmäßig wird; denn infolge des rasch ansteigenden Luftdruckes in der Mundhöhle ist ein normales Anblasen der Stimmbänder nicht mehr möglich[1]. Da außerdem an Stelle der Luftleitung nunmehr überwiegende Körperleitung bei der Fortpflanzung der Sprachschwingungen getreten ist, finden wir bei der Verschlußbildung der Konsonanten, die auf Vokale folgen, regelmäßig eine ziemlich unvermittelte Abnahme der Amplitude des Stimmklanges.

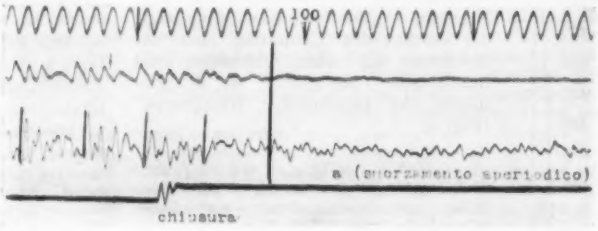


Fig. 6. Lautfolge „*ap*" in ital. papà. In der untersten Zeile ist photokinematographisch der Lippenschluß (chiusura) registriert.

Die Arbeiten der Phonetischen Abteilung des Englischen Seminars haben erwiesen, daß im Deutschen, Englischen und Französischen auch die sog. stimmlosen Tenues *p*, *t*, *k* zwischen Vokalen starken Stimmton enthalten. Dasselbe lehren fürs Italienische die Oszillogramme GEMELLIS. Der Verfasser rechnet in etwas ungewöhnlicher Weise die betreffenden aperiodischen Schwingungen zum vorhergehenden Vokal. Die übliche Einteilung ist auf Fig. 7 eingetragen. Größtes Interesse verdient jedenfalls die von GEMELLI angeregte Frage, wieweit im Stimmton der Konsonanten die Elemente des vorhergehenden Vokals vorhanden sind.

Mit ziemlicher Sicherheit hat dies der Verfasser für die italienischen Nasale *n* und *m* und die Liquiden *l* und *r* herausgearbeitet, denen er, abweichend von deutschen und englischen Verhältnissen, einen rein vokalischen Charakter zuschreibt (Fig. 8). In italienisch cabala z. B. enthält das *l* als stärksten Oberton den dritten Harmonischen, in moccolo dagegen den zweiten. In beiden Fällen liegt Angleichung an die Formanten der benachbarten Vokale vor. Das *l* in cabala ist somit heller als das von moccolo, obwohl die Phonetiker im Italienischen nur eine einzige *l*-Variante aufgestellt haben. Die mikroskopische Genauigkeit unserer Methode enthüllt in diesem Falle Artikulationsunterschiede, die für die prinzipielle Beurteilung des kombinatorischen Lautwandels von größter Wichtigkeit sind, obwohl sie sich dem Gehör entziehen.

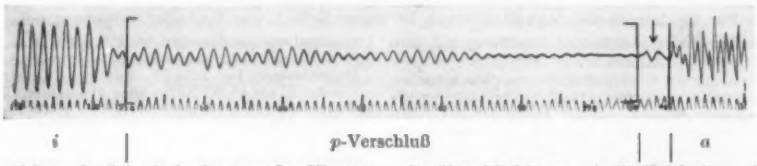


Fig. 7. Lautfolge „*ipa*" in ital. ripasso. In Klammern die Verschlußdauer. ↓ die Explosion. Die kleinen Zacken im *i* bilden den hohen Formanten ab. Sie verschwinden sofort beim Eintritt des *p*-Verschlusses.

Das gelungenste und bedeutsamste Kapitel der Arbeit beschäftigt sich mit der persönlichen Klangfarbe der Stimme. Mit bewundernswerter Ausdauer sind eine große Menge algebraischer Analysen von Vokalen annähernd gleicher Tonhöhe von verschiedenen Sprechern hergestellt und die Ergebnisse in übersichtlicher Weise in Diagrammen konzentriert worden.

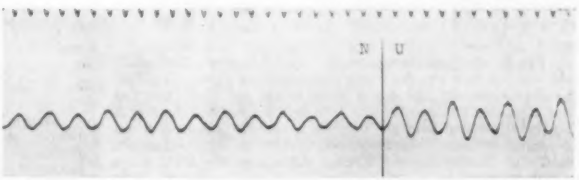


Fig. 8. Lautfolge „*nu*" in ital. nulla. Die Amplitude reflektiert den Übergang vom *n*-Verschluß zur Mundöffnung beim *u*.

Bereits TRENDELENBURG hat in dem an sich tiefsten Vokal *u* hochfrequente Elemente aufgezeigt. Da sie bei anderen Sprechern fehlen,

[1] Über die Luftdruckverhältnisse bei der Bildung der Konsonanten hat R. H. STETSON in seiner epochemachenden Arbeit „Motor Phonetics" berichtet.

können sie für die Erkennbarkeit des Phonems *u* nicht wesentlich sein und sind deshalb von TRENDELENBURG als persönliche Stimmqualitäten in Anspruch genommen worden. Die Verfasser haben sämtliche Sprachlaute unter diesem Gesichtspunkt durchforscht. Sie kommen zu dem Ergebnis: „Die relative Amplitude der Oktave des Grundtons und der Reichtum an hohen Obertönen sind individuelle Merkmale, d. h. Elemente der persönlichen Klangfarbe" (Fig. 9).

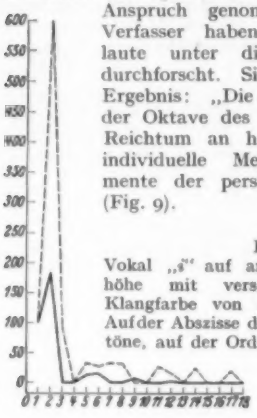


Fig. 9.
Vokal „*u*" auf annähernd gleicher Tonhöhe mit verschiedener persönlicher Klangfarbe von 2 Sprechern artikuliert. Auf der Abszisse die Nummern der Partialtöne, auf der Ordinate die relative Amplitude. Die Amplitude des Grundtons ist gleich Hundert gesetzt.

Psychologischer Art ist endlich auch der Abschnitt „Über die Mindestdauer eines Phonems, welche zu seiner Erkennung notwendig ist". Dabei wird so verfahren, daß die kürzesten unter den oszillographisch registrierten Vokalen zusammengestellt sind. Es ergibt sich, daß zwei typische Perioden zur Erkennung der Klangfarbe ausreichen. Bei der Frequenzabhängigkeit der Periodendauer handelt es sich dabei also nicht um ein festes Minimum der Lautdauer.

Die Arbeit von GEMELLI und PASTORI ist der erste systematische Versuch, die neuen Mittel der Elektroakustik auf die Sprachlaute in ihrer linguistisch gegebenen Schallform anzuwenden.

Die Erfolgsmöglichkeiten der gewählten Methode hätten schwerlich eindrucksvoller demonstriert werden können.

Literatur.

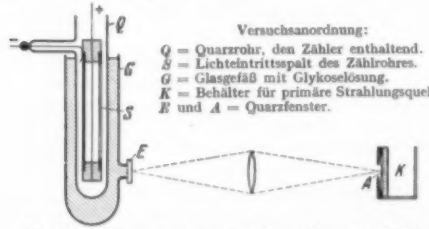
H. FLETCHER, SPEECH and HEARING. London: Mac Millan. — G. DIETZSCH u. W. FRICKE, Ein photoelektrisches Verfahren zur harmonischen Analyse periodischer Funktionen. Elektr. Nachrichtentechn. **9**, H. 9 (1932). — Germanische Philologie (Festschrift für O. BEHAGHEL). Hrsg. von A. GOETZE, W. HORN u. F. MAURER, S. 218 ff. Heidelberg 1934. — PARMENTER, TREVIÑO u. BEVANS, Articulation of a Vowel. Language. 1932.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Zur Untersuchung mitogenetischer Strahlung mit dem Zählrohr.

Wir haben seinerzeit über Versuche zum physikalischen Nachweis von mitogenetischer Strahlung berichtet[1]. Die Ausdehnung dieser Arbeiten auf die Frage der Sekundärstrahlung[2] führte zu folgendem Versuch, der zugleich den Nachweis primärer Strahlung viel empfindlicher und sicherer als bisher zu ermöglichen scheint:



Versuchsanordnung:
Q = Quarzrohr, den Zähler enthaltend.
S = Lichteintrittsspalt des Zählrohres.
G = Glasgefäß mit Glykoselösung.
K = Behälter für primäre Strahlungsquelle.
E und *A* = Quarzfenster.

Ein in ein Quarzreagensrohr eingeschlossenes Lichtzählrohr wurde, wie aus der Figur ersichtlich, in 5proz. Glykoselösung eingesenkt, die durch einen Draht auf dem Potential der Kathode gehalten wurde und durch ein Quarzfenster *E* bestrahlt werden konnte. Von der Strahlung konnte nur ein geringer Bruchteil direkt in den Zähler gelangen, dagegen sind die Bedingungen für eine Anregung des Zählrohres günstig, wenn die Lösung selbst Strahlung emittiert. Eine Quarzkammer *K* dient zur Aufnahme der primären Strahlungsquelle. Als solche wurde die Auflösung einer Aluminiumplatte in HCl[3] sowie Mäusekarzinom in Ringerglykose[4] benutzt. Die Wirkung dieser Strahlungsquelle wurde in 3 Anordnungen geprüft: 1. nach Entfernung des Glykosegefäßes, wenn die Kammer *K* dem Zählerspalt unmittelbar gegenüberstand. 2. Zähler in Glykoselösung und Kammer *K* unmittelbar vor dem Fenster *E*. 3. Die Kammer *K* wurde für den nach biologischen Ergebnissen maßgebenden Wellenlängenbereich bei 2160 AE. mit einer Quarzlinse auf das Fenster *E* aus 48 cm Entfernung abgebildet. Die Zählungen wechselten von 4 zu 4 oder von 8 zu 8 Minuten mit solchen bei Abschaltung der Primärstrahlung. Letzteres geschah bei den mit • bezeichneten Versuchen durch Vorschalten einer Glasplatte unmittelbar vor *K*, sonst durch eine Verschiebung der Kammer *K*, die bei Nr. 3 nur 10 mm zu betragen brauchte. Die Tabelle enthält sämtliche Versuchsergebnisse:

Anordnung	Strahlungsquelle	Gesamte Stoßzahl: Bestrahlung	Gesamte Stoßzahl: Kontrolle	Unterschied in %
1. Direkte Wirkung auf den Zähler	Al in HCl	113	107•	6
	Al in HCl	76	72	6
	Al in HCl	163	135•	21
	Karzinom	246	184	34
2. Direkte Bestrahlung bei *E*	Al in HCl	259	162•	60
	Al in HCl	97	63•	54
3. Mit Linse	Al in HCl	173	130•	33
	Al in HCl	590	428	38
	Karzinom	433	322	35

Wurde das Gefäß *G* mit destilliertem Wasser gefüllt, so blieben die Effekte aus, dagegen wurden auch positive Unterschiede erhalten, wenn der Zählerspalt dem Fenster *E* entgegengesetzt gewendet war.

Die Wirkung der verwendeten primären Quellen, deren Nachweis bei direkter Einwirkung auf das Zählrohr nur unsicher gelang, ließ sich bei Anordnung 3 noch aus so großer Entfernung sicher feststellen, daß eine anderweitige Beeinflussung des Zählrohres mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden konnte. Da im Fall 2 und 3 — wie auch mit künstlichem Licht feststellbar war — die primäre Strahlung nur sehr geschwächt in den Zähler gelangen konnte, muß die Anregung hier auf Grund sekundärer Prozesse in der Glykose erfolgt sein. Eine ausführliche Mitteilung erfolgt später.

Leningrad, Staatsinstitut für experimentelle Medizin, den 6. August 1935. H. BARTH.

[1] H. BARTH, Arch. des Sci. Biol. (Leningrad) **35**, 29 (1934).
[2] A. et L. GURWITSCH, Aanalyse mitogénétique spectrale. Paris 1934.
[3] M. BRAUNSTEIN u. N. POTOTZKY, Biochem. Z. 1934.
[4] A. u. L. GURWITSCH, Z. Krebsforsch. **36**, 319 (1932).

Besprechungen.

Discovery Reports, Issued by the discovery Committee, Colonial Office, London, on behalf of the Government of the Dependencies of the Falkland Islands. Vol. IX. Cambridge: University Press 1934. VI, 372 S. 23 cm × 31 cm. Preis 73 sh net.

Der nun vorliegende 9. Band des großen Werkes enthält, wie die früheren, hydrologische und biologische Arbeiten, und beide wieder in naher Verbindung miteinander. Das 1. Heft von A. I. CLOWES (S. 1—64) über die Bransfield-Straße zwischen den Süd-Shetlands im Nordwesten und dem Graham-Land im Südosten bestätigt die bisherigen Anschauungen, daß diese ein Becken von über 2000 m Tiefe ist, welches durch Inseln und untermeerische Rücken nach außen abgeschlossen und innen reich gegliedert wird, wie die über 1400 neuen Echolotungen im einzelnen zeigen. Das warme Tiefenwasser kommt deshalb nicht hinein, und es entsteht ein besonders kaltes, salzarmes Bodenwasser mit hohem Sauerstoffgehalt, das vom Grahamschelf absinkt. Dieses wird durch zahlreiche interessante Schnitte im einzelnen belegt, auch nach Helland-Hansen theoretisch verfolgt.

Das 2. Heft von N. A. MACKINTOSH (S. 65—160) behandelt das Makroplankton in der Scotia-See und in einem Streifen zwischen der Bouvet- und Peter I-Insel auf Grund von etwa 600 Oberflächenfängen mit Netzen von 1 m Durchmesser. Es verfolgt die horizontale Verbreitung des Makroplanktons als ganzes, weniger seine Gliederungen. Die sog. antarktische Konvergenz, an der das kalte Oberflächenwasser nordwärts absinkt, ist für einige antarktische Arten keine Scheide, während andere gelegentlich nordwärts streuen und wieder andere ganz auf den Süden beschränkt sind. Einige Arten wurden nur in der Nacht, andere nur am Tage und weitere zu allen Tageszeiten erbeutet. Um die Süd-Orkneys und die Süd-Shetlands, sowie im Osten der Bellingshausen-See ist das Plankton arm, möglicherweise weil dort kaltes Wasser aufsteigt. In einigen Gebieten ist die Menge der Kaltwasserformen im Sommer größer als im Winter, was mit den Bewegungen des Packeises zusammenhängt. Die Jahreszeiten haben auch sonst interessante Verschiedenheiten. Auch die verschiedenen Wasserarten haben verschiedene Planktongruppen. Die Wale bevorzugen die Gebiete mit wechselvollem Plankton und vermeiden die einförmigen. Diese und andere interessante Tatsachen werden durch Tabellen und Zeichnungen belegt.

Das 3. Heft von I. E. HAMILTON (S. 161—174, Tafel I) beschreibt die subantarktischen Formen von Catharacta Skua Skua, hier auch Brown Skua genannt, und unterscheidet nur zwei Unterarten, nicht wie bisher vier, trotz der weiten Verbreitung auf allen subantarktischen Inseln.

Heft 4 von L. HARRISON MATTHEWS (S. 175—206, Tafeln II—XIV) behandelt die marinen Ablagerungen des Patagonischen Kontinentalschelfs südlich von 43° südl. Br. und einschließlich des Schelfs der Falkland-Inseln und der Burdwood-Bank. Es werden 29 Sedimentarten unterschieden und in 6 Gruppen geordnet, nach ihrer Struktur, Bewohnbarkeit für die Bodenfauna und ihrer Verteilung durch nordwärts gerichtete Strömungen.

Heft 5 von R. GURNEY (S. 207—214) bespricht die Entwicklung der Copepodenart Rhincalanus mit zahlreichen Zeichnungen im Text, und Heft 6 von I. F. G. WHEELER (S. 215—294, Tafeln XV und XVI) die „Nemerteans from the South Atlantic and Southern Oceans". Es werden drei Formengruppen unterschieden: die von der Saldanha-Bai nördlich von Capstadt, die von den Falklands, Südgeorgien und den Südwestatlantischen Inseln und Bänken, und die rein pelagische. Von der ersten Gruppe wurden 12 Arten gefunden, von denen 8 auch als mediterran und nordeuropäisch bekannt sind; die zweite Gruppe ergab 25 Arten, die für Südgeorgien und die Falklands spezifisch sind, und die dritte 45 Arten, die zwischen Capstadt und den Falklands erbeutet wurden. Unter diesen war die Art Pelagonemertus rollestoni am häufigsten. Sie ist aus dem südatlantischen und indischen Ozean, doch auch nördlich vom Äquator, bekannt und wurde in Tiefen bis 1600 m gefangen.

Heft 7 von E. NEAVERSON (S. 295—350, Tafeln XVII—XXII) behandelt 142 Bodenproben in ihrer allgemeinen Charakteristik und ihrer Verteilung, doch noch ohne mineralogische und biologische Analyse. Es werden darnach Flach- und Tiefwassersedimente unterschieden und gegeneinander durch die 100-Fadenlinie begrenzt, sowie innerhalb beider terrigene und pelagische. Zu den terrigenen gehören Kiese, Sande, Schlicke, sowie im besonderen Glauconit- und Diatomeen-Schlicke, doch reichen die beiden letzteren auch unter die 100-Fadenlinie hinab. Zu den pelagischen gehören die Diatomeen-, Globigerinen- und Radiolarienschlamme der Tiefsee. Der Diatomeenschlick (mud) unterscheidet sich vom Diatomeenschlamm (ooze) durch seinen terrigenen Gehalt. Es werden 6 Verbreitungsgebiete unterschieden, nämlich von Falkland und den Süd-Shetlands bis Südafrika, von Falkland bis Patagonien, um Südgeorgien, um die Südshetlands und den Palmer-Archipel, in der Bellingshausen-See und an der Westküste von Südamerika von der Arauco-Bai bis zum Äquator. Das erste Gebiet hat überwiegend Diatomeenschlick, der bei Südgeorgien in Diatomeenschlamm, und dann nordöstlich in Globigerinenschlamm, doch nördlich in Radiolarienschlamm übergeht. Das zweite Gebiet hat Kiese und Sande, die übrigen vier überwiegend Diatomeenschlick, doch liegen um den Palmer-Archipel auch Kiese und Sande. Von diesen ist nicht gesagt, ob sie glacial-marin sind — der Verfasser hält sich an die ältere Klassifikation von MURRAY und RENARD, die das glacial-marin noch nicht hat —; sie werden vielmehr auf die Wirkung eines warmen Stromes zurückgeführt, der zwischen Snow- und Smith-Eiland durch einen untermeerischen Rücken südwärts geleitet wird. Die Tafeln geben Übersichten über die Verbreitung der Sedimentarten in den 6 Gebieten.

Heft 8 von I. F. G. WHEELER (S. 351—372) behandelt den Walbestand um Südgeorgien, die Alters- und Reifeklassen der dortigen weiblichen Wale, ihre numerischen Veränderungen von 1924—1931 und deren Bedeutung für die Zukunft der Produktion und des Fangs. Ein 9. Heft endlich bringt Titel und Inhalt des Bandes, der durch viele Einzelheiten auch die Biologie der Wale weiter erhellt hat.

E. v. DRYGALSKI, München.

SUPAN-OBST, **Grundzüge der Physischen Erdkunde.** Band I. 8. umgearbeitete Auflage unter Mitarbeit von Prof. W. GEORGII, G. SCHOTT, F. MACHATSCHEK, herausgegeben von E. OBST. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1934. X, 516 Seiten, 117 Abbild. und 10 Tafeln. 17 cm × 25 cm. Preis brosch. RM 18.—, geb. RM 19.50.

Die Geographie beruht, wie jede andere Wissenschaft, auf der Festlegung von Tatsachen und Zusammenhängen, die hier in erster Linie die Erscheinungen an der Oberfläche der Erde betreffen. Es ist

selbstverständlich, daß es sich dabei zunächst um naturwissenschaftliche Erscheinungen handelt, die nach rein naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten zu behandeln sind und die die feste Grundlage, auf der jede geographische Betrachtung fußen muß, zu bilden haben. Daß diese Grundlage dem neuesten Stande der Forschung, die bei den Naturwissenschaften in außerordentlich rascher Entwicklung begriffen ist, entsprechen muß, ist eine unbedingte Voraussetzung. Denn auf schwankendem Boden läßt sich kein Haus bauen. Betrachtet die neuere Geographie die Landschaft und Länderkunde als ihr ureigenstes Arbeitsgebiet und wendet sie sich in neuerer Zeit vielfach in der Geopolitik den Problemen von Volk und Staat zu, so erfordert diese Richtung mehr denn je eine gründliche Kenntnis der Probleme und Arbeitsmethoden, der Ergebnisse und Erkenntnisse der physischen Erdkunde. Daß diese in den vorliegenden Grundzügen in ihren einzelnen Abschnitten durch besondere Fachleute dargestellt werden, entspricht dem Zeitalter der Spezialisierung; es hängt hierbei viel von diesen Fachleuten ab, ob schließlich das Ganze einen einheitlichen Charakter erhält oder ob es in Teile zerfällt, die nur lose aneinandergereiht sind. Im Band I der „Grundzüge" ist die gewünschte Einheitlichkeit im wesentlichen gewahrt, und jeder Abschnitt gibt ein gutes und übersichtliches Bild der in ihm dargelegten Zweige der physischen Erdkunde. Den Erdkörper und die Grundzüge seiner Oberflächengestaltung behandelt in gedrängter Kürze E. Obst (S. 1—87); manches würde man hier etwas ausführlicher wünschen und auch in einem Buche, das nur die „Grundzüge" gibt, dürfte heutzutage etwas mehr über die Erdschwere und ihre Verteilung und über die Rückschlüsse auf den Bau der obersten Erdkruste (Eötvössche Drehwaage usw.) stehen. In ausgezeichneter Weise gibt W. Georgii im zweiten Abschnitt „Die Lufthülle" (S. 88—272) einen kurzgefaßten Abriß der Meteorologie und Klimatologie. Im dritten Abschnitt „Das Wasser" geben G. Schott eine Übersicht über die physische Meereskunde (S. 273—363), F. Machatschek eine Darstellung des „Wassers des Festlandes", im wesentlichen eine Hydrographie der fließenden und stehenden Gewässer (S. 364—486). Alle Abschnitte und Unterabteilungen haben ausführliche Literaturnachweise, die die neuesten Veröffentlichungen enthalten und ein Weiterarbeiten erleichtern. Hervorgehoben zu werden verdient noch die große Zahl von Buntdrucktafeln, unter denen die Karte der Landhöhen und Meerestiefen und die Weltkarte der Strömungen der Meeresoberfläche eine neue, sorgfältige und den neuesten Stand unserer Kenntnisse berücksichtigende Verarbeitung gefunden haben. A. Defant, Berlin.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff „Meteor" 1925—1927, herausgegeben im Auftrage der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft von A. Defant. Band IV, 2. Teil: *Das ozeanographische Beobachtungsmaterial (Serienmessungen).* Von G. Wüst. Berlin und Leipzig: W. de Gruyter & Co. 1932. VII, 290 S. und 2 Abbild. 23 cm × 30 cm. Preis geb. RM 43.—.

In dem vorliegenden Werk sind die ozeanographischen Tiefseebeobachtungen der „Meteor"-Expedition in vorbildlicher Weise veröffentlicht, nachdem sie einer außerordentlich sorgfältigen kritischen Prüfung unterworfen sind.

Im Band IV, Teil I des „Meteor"werks[1] sind die Beobachtungsmethoden, die verwendeten Instrumente und ihre Fehler eingehend erläutert, in dem neuen Teil ist deswegen die Mitteilung über die Aufbereitung des Beobachtungsmaterial kurz gefaßt. Aus dieser ersieht man aber, daß die Verfasser sich große Mühe gegeben haben, um zu einwandfreien Werten zu gelangen. Besonders interessant ist der Nachweis, daß die Patentverschlüsse der Flaschen mit Wasserproben schon an Bord mit Paraffin überzogen werden müssen, wenn es möglich sein soll, nachträglich in der Heimat den Chlorgehalt der Proben mit der jetzt erwünschten Genauigkeit zu bestimmen.

Die Tabellen, welche 274 Seiten umfassen, geben mehr Auskunft als sonst üblich, denn die Verfasser haben angestrebt, daß es dem kritischen Leser möglich sein soll, die Genauigkeit der einzelnen Werte zu beurteilen. Dem Referenten erscheint es besonders erfreulich, daß in den Tabellen auch der Chlorgehalt angegeben ist.

Mit der Veröffentlichung des ozeanographischen Beobachtungsmaterials ist die gesamte Darlegung der äußerst wertvollen Ergebnisse der „Meteor"-Expedition einen wichtigen Schritt vorwärts gerückt.

H. U. Sverdrup, Bergen.

GRADMANN, ROBERT, **Die Steppen des Morgenlandes in ihrer Bedeutung für die Geschichte der menschlichen Gesittung.** Geogr. Abhandlungen, 3. Reihe, Heft 6. Stuttgart: J. Engelhorns Nachf. 1934. 66 S., 4 Tafeln und 2 Karten. 16 cm × 23 cm. Preis RM 4.—.

Das schmale, aber inhaltlich sehr zusammengefaßte Büchlein des Erlanger Geographen behandelt ein Thema, über das der Verfasser seinerzeit in der Berliner Gesellschaft für Erdkunde gesprochen hat (Sitzung vom 18. Dezember 1933; vgl. den ausführlichen Bericht in dies. Zschr. **1934**, H. 16, 256). Wie kurz erinnert sei, geht Gradmann von der Überlegung aus, daß der Kulturvorsprung, den die morgenländischen Völker im frühen Altertum zweifellos hatten, nicht allein, ja nicht einmal entscheidend aus einer besonderen Begabung der beteiligten Völker erklärt werden könne. Die Tatsache, daß es sich um Angehörige der verschiedensten Rassen handelt, verlange vielmehr eine übergeordnete Ursache, und diese sieht er in der spezifischen geographischen Gestaltung des Landes, die allerdings mit einem bestimmten kulturellen Entwicklungsstadium und günstiger Weltlage zusammentreffen muß, um ihre Kraft voll zu entfalten.

Charakterlandschaft des Orients ist die Steppe, ein wenig sicherer Begriff, dessen Erforschung auf diese Weise in den Mittelpunkt rückt und Zweck einer Studienfahrt des Verfassers war. Die in 90 ausführlichen pflanzensoziologischen Aufnahmen durchgeführte pflanzengeographische Analyse und Abgrenzung der Steppe ist somit die exakte wissenschaftliche Grundlage der Arbeit. Die hier mitgeteilten 44 Beispiele ergeben eine ausgezeichnete Gliederung und ermöglichen die Erschließung der „Urlandschaft" in Syrien und Palästina, deren zonare Anordnung Wüste-Steppe-Wald die beiden beigefügten Kärtchen zeigen. Auffallend ist die große Ausdehnung des Waldgürtels gegenüber den heutigen Verhältnissen — ein Beweis für eine außerordentliche Waldvernichtung durch den Menschen, die auf Rodung und vor allem auf Weidewirtschaft zurückzuführen ist.

Die Untersuchung der Bestände von einjährigen Gewächsen leitet zu dem thematischen Rahmen zurück, indem sie auf die Frage der Herkunft unserer Getreidearten, insbesondere des Weizens, hinführt. In Vorderasien allein sind Wildformen des Weizens nachgewiesen worden, und der Verfasser schließt daraus

[1] Besprochen in den Naturwiss. **21**, 317 (1933).

— sicher nicht unbestritten —, daß die Entstehung des Kulturweizens aus einer Wildform in den Steppen des Morgenlandes vor sich gegangen sein müsse.

Das äußerst kenntnisreiche Buch, dessen Literaturangaben eine Fundgrube für jeden sind, der diese Fragen weiter verfolgen will, bildet einen wertvollen Beitrag zur Lösung der eingangs genannten Probleme, über die freilich das letzte Wort noch nicht gesprochen ist und von der hier versuchten Seite her auch schwerlich gesprochen werden kann. K. Kaehne, Berlin.

KERNER-MARILAUN, FR., **Paläogeographie.** Berlin: Gebr. Borntraeger 1934. VIII, 410 S. und 27 Abbild. 17 cm × 25 cm. Preis geh. RM 30.—, geb. RM 32.—.

Es gibt schon einige andere Paläogeographiewerke, so von Arldt und Dacqué, wovon das erstere hauptsächlich die historische Paläogeographie und eine ungeheuere Literaturverarbeitung bringt; das letztere befaßt sich mit den Methoden, die an Beispielen erläutert werden. Was das vorliegende Buch nun aber vor den anderen auszeichnet, ist das sehr erfolgreiche Bemühen, die einzelnen Spezialfragen, sowohl der historischen Paläogeographie wie der Methodologie, nach allen Seiten zu beleuchten und hierbei nicht nur das mehr zutage Liegende, sondern auch die feineren Verschlingungen der Tatsachen und der hierzu notwendigen Überlegungen eingehender zu verfolgen. Es werden außerordentlich feine Gedankengänge aufgedeckt und vielfach gezeigt, wie selbst anscheinend einfache Fragen doch in sich große Mannigfaltigkeit bergen. Um nur auf eines hinzuweisen: die aktualistische Methode, wonach sich die geologischen Veränderungen durch allmähliche Summierung kleinerer und kleinster gleichartiger Vorgänge ergeben haben sollen, übersieht von Zeit zu Zeit dabei sich einstellende Schwellenwerte, bei deren Berührung sich auf einmal ganz andere Verhältnisse einstellen. Der Gedanke läßt sich bis zur „katastrophalen" Umwandlung und auch bis zum Verstehen eines rhythmischen Geschehens auswerten. So werden dem gewöhnlichen Empirismus teilweise ganz neue Seiten abgewonnen, obwohl mit den schon bekannten Tatsachen gearbeitet wird.

Die Materie ist in 4 großen Hauptkapiteln dargeboten: Sedimentkunde, Korrelation der Formationen, Gebirgsbildung und Kartenlehre. In Unterabschnitten erscheinen dann die speziellen materiellen und methodischen Fragen; so im Kapitel über die Sedimente eine Übersicht der Mittel zur Erkennung der geographischen Vorweltverhältnisse, die Gesteine im Rahmen heutiger Sedimentationsbedingungen, die Fehlerquellen bei der aktualistischen Vergleichung der Gesteine, wobei auch das viel erörterte Problem der Einmaligkeit bestimmter Gesteinsbildungen, die ja auch, wie die Lebewelt, in vieler Hinsicht zeitgebunden sind, behandelt wird; die diagenetische Sedimentumwandlung. Die Korrelationsbetrachtung im II. Kapitel zeigt die Altersbeziehungen zwischen den die Grundlage aller Zeiteinteilung ausmachenden fossilen Faunen, die Verschiedenheiten in den Umprägungszeiten, behandelt auch die wichtige Frage, wieweit geologisch-stratigraphische Ranggleichheit der Faunen und ihrer Sedimentlager sich zu einer wirklichen Zeitgleichheit der Isochronie verhält. Im III. Kapitel, dem der Gebirgsbildungslehre, werden die bekannten großen Theoreme der Strömungs-, Krustendrehungs-, Polverlegungs-, Gleitungs-, Schollentrift-, Quellungshypothesen sowie die Deckentheorie behandelt. Alle diese Einzelfragen werden, wie eingangs schon erwähnt, nach vielen neuen Seiten hin gewendet und ihre Verschlungenheit dargetan.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint endlich das kartographische Schlußkapitel, denn gerade in der zeichnerischen Darstellung läßt die Paläogeographie recht viel zu wünschen übrig. Für den Fernerstehenden sei nur darauf hingewiesen, zu welchen Verzerrungen und daher falschen paläogeographischen wie biogeographischen Vorstellungen die Mercatorkarten uns fortwährend verleiten; weiter darauf, daß eine heutige Erdkarte, in die wir unsere paläogeographischen Daten einzeichnen, um diese etwa zu einem Verteilungsbild von Land und Meer in den vorweltlichen Zeiten zu vereinigen, gar nicht die exakte Grundlage sein kann, weil sowohl durch die Zusammenfaltungen der Rinde, wie möglicherweise durch ihre inzwischen erfolgten Horizontalverschiebungen sich ganz andere kartographische Grundlagen als notwendig erweisen.

So steckt in dem Buch ein ungeheuerer Reichtum an Material und Gesichtspunkten. Die Paläoklimatologie ist nicht darin behandelt; sie ist in einem früheren Werk des Verfassers schon dargestellt worden.

E. Dacqué, München.

Pflanzengeographische Mitteilungen.

Die pflanzengeographische Wertung der Kontinentalverschiebungslehre wurde an dieser Stelle bereits bei einer früheren Gelegenheit [vgl. diese Z. **17**, 713 (1929)] unter kurzer Herausstellung der maßgebenden allgemeinen Gesichtspunkte und näherem Eingehen auf die diesem Fragenkomplex gewidmeten, ein entschieden ablehnendes Urteil begründenden Ausführungen von L. Diels erörtert. Nunmehr liegt von dem gleichen Autor ein neuer wichtiger Beitrag vor: (Die Flora Australiens und Wegeners Verschiebungstheorie, Sitzgsber. preuß. Akad. Wiss., Physik.-math. Kl. **1934**, S. 532 bis 545), der, in Erwiderung auf eine inzwischen erschienene Polemik Irmschers, sich eingehender mit der Analyse der in der ersten Arbeit ebenfalls bereits herangezogenen australischen Flora beschäftigt. Der Verschiebungstheorie zufolge soll Australien lange Zeit hindurch, und zwar bereits, ehe es angiosperme Blütenpflanzen gab, bis zum jüngeren Tertiär hin in unmittelbarem Landzusammenhang mit dem Süden bzw. Südwesten gestanden und noch im frühen Quartär von der Antarktis einen erheblich geringeren Abstand als vom östlichen Malesien besessen haben, von welch letzterem es durch ein breites Tiefseebecken getrennt war. Danach müßte man hinsichtlich der Zusammensetzung und des Wesens der australischen Flora erwarten, daß sie vorwiegend südliche Elemente enthielte und daß auch die ihr eigentümlichen Formenkreise Verwandtschaft zu südlichen Gruppen aufwiesen, daß dagegen eigentümliche Formenkreise von südasiatischem bzw. malesischem Gepräge fehlten und das malesische Element vielmehr dort einen verhältnismäßig modernen Eindruck machte, insbesondere einer tiefergreifenden phyletischen Fortbildung entbehrte. Die Prüfung des in der australischen Flora gegebenen Tatbestandes lehrt aber, daß keine dieser aus der Verschiebungstheorie sich ergebenden Folgerungen zutrifft. Zwar gibt es in Australien einen unverkennbaren Einschlag amerikanisch-antarktischer Gattungen und Arten, deren Existenz ohne die Annahme einer ehemaligen Landverbindung im hohen Süden nicht wohl

erklärbar erscheint, die aber doch keineswegs zugunsten einer einseitigen Anknüpfung Australiens an die Südländer im Sinne WEGENERS gedeutet werden können. Denn es handelt sich dabei mit alleiniger Ausnahme der Familie der Stylidiaceen, die von Australien-Melanesien ausgegangen und über die Südbrücke nach Amerika hinübergewandert sein dürften, keineswegs um Formenkreise, die im Grundgewebe der australischen Flora irgendwie entscheidend hervortreten, sondern vorwiegend um mikrotherme Gehölze (z. B. die Südbuche *Nothofagus*) oder Krautpflanzen, die nur auf den höheren Gebirgen Südostaustraliens, insbesondere Tasmaniens vorkommen und fast sämtlich auch, mindestens in vikariierenden Sippen, auf Neuseeland angetroffen werden. Wahrscheinlich sind beide Gebiete aus einem gemeinsamen Ursprungslande gespeist worden und ist Australien dabei vorzugsweise der nehmende Teil gewesen. Stark aus diesem Rahmen der echten Antarktiker heraus fällt eine zweite Gruppe von „Südpflanzen" der australischen Flora, zu der u. a. die Araucariaceen, die Podocarpaceen und die Cupressaceen-Thujoideen gehören, indem ihre Verbreitung vielfach auch die übrigen Teile Australiens mit einbezieht, anderseits allgemein nach Melanesien und Neuguinea, oft auch nach Malesien und in einigen Fällen (rezent oder durch fossile Reste belegt) auf die Nordhalbkugel übergreift. Ein solches Verhalten mahnt hinsichtlich der Annahme einer südlichen Herkunft mindestens zur Vorsicht; richtiger werden diese Sippen dem autochthonen Florenelement Australiens zugerechnet, und dieses schließt außerdem eine große Zahl von Gruppen ein, deren systematische Beziehungen keine bestimmte Verknüpfung mit anderen Erdgebieten ermöglichen. Ihre Eigentümlichkeit läßt auf eine frühzeitig eingetretene Trennung von anderen Stämmen und auf eine lange Isolierung ihres australischen Entwicklungsgebietes schließen; sie zeigt aber keine Spur einer lange bestehenden Verbindung Australiens mit den Entwicklungsgebieten im hohen Süden der Erde.

Manche dieser autochthonen Gruppen weisen auf indische oder malesische, also ihrem Wesen nach paläotropische Formenkreise hin oder lassen sich zweifelsfrei mit solchen verknüpfen. Und wenn es dabei in manchen Fällen, wie bei den phyllodinen Akazien und den Casuarinen, mindestens vorläufig unentschieden bleiben muß, ob die in Malesien vorkommenden Arten australischer Herkunft sind, oder ob umgekehrt die australischen Formen ursprünglich vom Norden her kamen, so gibt es auch eine Anzahl von Fällen, die einwandfrei eine Abzweigung aus dem Norden bezeugen. Dies gilt u. a. auch für die in der australischen Flora so formenreiche und für sie so charakteristische Gattung *Eucalyptus*, deren Ableitung nach DIELS zweifellos bei der Myrtaceengattung *Syzygium* der malesischen und melanesischen Länder gesucht werden muß. Daran schließen sich zahlreiche andere malesisch-australische Verbindungen an, bei denen es sich teils um rein paläotropische Formenkreise handelt, teils um auch im tropischen Amerika vertretene Verwandtschaftskreise, bei denen dann aber die australischen Gattungen und Arten den malesischen viel näher stehen als den amerikanischen. Das Wesen dieser Verwandtschaftskreise, bei denen teils mehr oder minder große Lücken entstanden sind, teils es innerhalb Australiens zur Ausbildung netzartig verbundener Formenschwärme gekommen ist, läßt es undenkbar erscheinen, daß es zu dem Austausch zwischen der australischen und malesischen Flora erst zu der späten Zeit gekommen sein sollte, in der WEGENERS Theorie zufolge Australien nach Norden abgedriftet sein und sich dem südostasiatischen Landsockel genähert haben soll. Denn eine solche Entwicklung setzt auch eine genügend lange Wirksamkeit des Zeitfaktors voraus, und es muß daher schon eine frühzeitige Verbindung zwischen Australien und seinen Nachbarländern im Nordwesten bestanden haben, wie anderseits diese Verbindung für leichter und vielfach auch ohne Mitwirkung des Menschen verbreitungsfähige Organismen augenscheinlich noch bis zur Gegenwart fortdauert. Sonach sprechen die floristischen Tatsachen gerade im umgekehrten Sinne, als es der Verschiebungstheorie zufolge der Fall sein sollte: die südasiatisch-malesische Komponente der Flora Australiens ist stärker entwickelt und reicher gegliedert als die amerikanisch-antarktische, die nur eine zeitweilige, an Kraft hinter dem malesischen Einfluß weit zurückstehende Wirkung ausgeübt hat; daraus folgt, daß für Australien für die Zeit, in der die Entfaltung der Angiospermen erfolgte, eine ähnliche Stellung zu den anderen Festländern angenommen werden muß, wie es sie heute einnimmt.

Im Anschluß an das Vorstehende sei auch kurz auf eine Arbeit des Schweden G. E. DU RIETZ [Two new species of *Euphrasia* and their phytogeographical significance. Sv. bot. Tidskr. **25**, 500—542 (1931)] hingewiesen, die teilweise auch ähnliche Fragestellungen berührt, indem sie einen speziellen Fall aus dem Kreis der sog. **bipolaren Gewächse**, d. h. der einerseits auf der Nordhalbkugel verbreiteten und anderseits im südlichsten Südamerika wiederkehrenden Pflanzentypen, ausführlich erörtert und der Lösung zuführt. Es handelt sich um die ja auch in der heimischen Flora, wie überhaupt in Mittel- und Nordeuropa recht polymorphe Scrophulariaceengattung *Euphrasia* (Augentrost), von der im Norden der Insel Luzon zwei Arten vorkommen. Für diese ergibt sich eine nahe verwandtschaftliche Verknüpfung mit solchen von der Insel Formosa; anderseits bestehen aber auch deutliche, wenn auch etwas fernere Beziehungen zu einer vom Mt. Kinabalu auf Borneo bekannten Art, die ihrerseits wieder gewisse Merkmale mit japanischen Arten teilt, im übrigen aber ihre nächsten Verwandten auf den Gebirgen Neuguineas besitzt, wo die Gattung 10 unter sich nahe verwandte, wenn auch in der Wuchsform teilweise erheblich verschiedene (neben kleinen, teilweise halb kriechenden Kräutern auch niedrige Zwergsträucher) zählt. Diese Arten Neuguineas wiederum stehen in deutlichen Beziehungen zu denjenigen Südostaustraliens und Neuseelands. Im ganzen ergibt sich so das Bild einer zusammenhängenden, in allmählichen Übergängen abgestuften, in mancher Hinsicht auch selbständig weiter entwickelten Population, wobei die bei dem südlichen Zweig zur Ausbildung gelangten Merkmale noch bei der in Borneo vorkommenden Art überwiegen, während in Luzon und Formosa noch die Charaktere der borealen Typen stärker betont sind. Den tasmanischen und neuseeländischen Arten stehen nun wiederum die aus Südamerika (von der Südspitze und den Falklandsinseln bis Chile und Juan Fernandez) bekannten mehr oder weniger nahe, wogegen diese letzteren zu den nordamerikanischen Vertretern der Gattung keinerlei Beziehungen zeigen. So erklärt sich also in diesem Falle das Zustandekommen der bipolaren Verbreitung einer in erster Linie holarktischen Gattung als allein durch die von den malesisch-papuasischen Gebirgen gebildete Brücke vermittelt, während die Anden keine Rolle gespielt haben; daneben muß, da eine transozeanische Migration ausgeschlossen erscheint, eine ehemalige transantarktische Landverbindung angenommen werden, die einen durch den Südkontinent vermittelten Florenaustausch zwischen Süd-

amerika und Neuseeland ermöglichte. Nachdrücklich weist DU RIETZ in diesem Zusammenhang darauf hin, daß die geophysikalischen Einwände gegen diese von biogeographischer Seite ja auch bereits früher postulierten Landbrücken besonders durch die Ergebnisse der deutschen Meteor-Expedition (1925—1927) viel an Beweiskraft verloren haben, während anderseits die Kontinentalverschiebungstheorie WEGENERS in Fällen wie dem vorliegenden völlig versagt; denn ihr zufolge sollen ja die östlichen und die westlichen Teile des heutigen malesisch-papuasischen Archipels einen völlig verschiedenen Ursprung besitzen, während doch die untersuchten Formenkreise in beiden ganz allmähliche Abstufungen und Umwandlungen erkennen lassen.

Die Holzartenzusammensetzung märkischer Wälder. Eine bemerkenswerte, sowohl pflanzengeographisch interessante als auch für Fragen der praktischen Forstwirtschaft nicht unwichtige Anwendung der Pollenanalyse bringt eine Arbeit von H. HESMER (Die natürliche Bestockung und die Waldentwicklung auf verschiedenartigen märkischen Standorten. Z. Forst- u. Jagdwesen **1933**, 505—651), indem erstmalig systematisch der Frage nachgegangen wird, ob und wie weit es möglich ist, die unterschiedliche Bestockung und die Waldentwicklung auf verschiedenartigen benachbarten Standorten zu ermitteln, also die Waldentwicklungsgeschichte sozusagen forstortweise zu erfassen. Über die Frage, welches die Bestockung der märkischen Wälder im unberührten Naturzustande gewesen ist und welche Beziehungen zwischen den verschiedenen Holzarten und bestimmten Standortstypen obgewaltet haben, sind recht widersprechende Ansichten geäußert worden. Vielfach wurden die reinen Kiefernbestände ausnahmslos als Kunstprodukte hingestellt und auch für die Sandböden der Mischwald als die natürliche Bestockung angesehen; anderseits fehlte es aber auch nicht an Stimmen, die nicht ohne weiteres alle Reinbestände ausschließlich als das Ergebnis einer mehr oder minder geregelten Forstwirtschaft gelten lassen wollten, sondern darauf hinwiesen, daß unter besonderen Standortsbedingungen sehr wohl auch nur eine einzige ihnen besonders angepaßte Holzart zur Alleinherrschaft gelangen könne. Die pollenanalytischen Untersuchungen H.s, die sich insgesamt auf 36 Bohrungen beziehen — davon 17 in der Umgebung von Eberswalde, die restlichen auf die übrigen Hauptteile der Mark verteilt — ruhen auf einer gesicherten Grundlage durch die Feststellung, daß zwischen dem Pollengehalt der Mooroberflächen und dem heutigen Vorkommen der Holzarten feste Beziehungen bestehen, woraus auf ebensolche zwischen dem fossilen Pollengehalt und der ehemaligen Bestockung geschlossen werden kann. Aus den Pollendiagrammen geht hervor, daß die nacheiszeitliche Waldentwicklung in der Mark drei Hauptabschnitte unterscheiden läßt, eine präboreale Kiefern-Birkenphase, eine boreale bis atlantische Eichenmischwald-Haselperiode, in der die Temperaturen der Vegetationszeit einen erheblichen Anstieg erfuhren und höher waren als gegenwärtig, und eine in die Jetztzeit übergehende Buchenphase. Während in der ersten dieser Perioden die Höhen der Anteile von Birke und Kiefer keine Beziehungen zu bestimmten Bodentypen erkennen lassen, hat sich in der nächstfolgenden bereits die Holzartenzusammensetzung des Waldes deutlich nach den durch den Boden gegebenen Standortsverschiedenheiten ausgebildet, indem die anspruchsvolleren Holzarten — nur unter Fehlen noch der Buche — eine der heutigen gleichsinnige Verbreitung aufwiesen mit deutlicher Bevorzugung der Moränenböden, während auf den Sand- und Talsandböden die Eichenmischwaldanteile erheblich geringer sind und die Kiefer das Feld beherrscht. In der Buchenzeit, deren Beginn in der Mark etwa in das dritte Jahrtausend v.Chr. anzusetzen ist und in deren Verlauf sich sowohl im allgemeinen Klimacharakter wie in den Temperaturen der Übergang zu den heutigen Verhältnissen vollzieht, hat sich der Eichenmischwaldanteil stark vermindert, und es ist fast nur noch die Eiche davon übrig geblieben, während Linde und Ulme oft bis zum Verschwinden zurückgegangen sind. Dabei zeigt sich eine ausgesprochene Bindung der Buche an die besseren, lehmhaltigen Standorte und ihr Fehlen auf den reinen Sandböden. In der Niederlausitz sind allerdings Bestockungsanteile der heute dort verschwundenen Buche festzustellen; im Grundmoränengebiet nördlich von Lippehne (Neumark) ist die Eiche bis zur jüngsten Zeit die herrschende Holzart geblieben, hier tritt auch der einzige stärkere Haselunterwuchs nach der Massenausbreitung der Rotbuche auf. Im ganzen ergibt sich also, daß in der Mark die Kiefer von jeher die verbreitetste Holzart gewesen ist; auf den Sandstandorten war sie fast ausschließlich bestandbildend, wenn auch infolge der Beimischung von Birken und freilich nicht mitwüchsigen Traubeneichen die Reinheit dieser Kiefernwälder nicht eine so unbedingte war wie in vielen heutigen Kunstbeständen. Die Buche trat auch im Naturzustande auf den geringen, von der Kiefer beherrschten Standorten zurück, wenn sie auch etwas weiter — aber ebenfalls nicht mehr mitwüchsig — in die geringen Bonitäten hinunterging als gegenwärtig. Die Beziehungen der einzelnen Holzarten wie übrigens auch des Heidekrautes zu den verschiedenen Standorten waren also stets bestimmt und begrenzt; auf den geringeren Sandböden war stets die Kiefer der Charakterbaum, während die fruchtbaren Lehm- und Mergelböden der Moränen stets das Herrschaftsbereich von Eiche und Buche bildeten und die Kiefer hier von Natur fehlte. Niemals dagegen waren die nacheiszeitlichen Wälder der Mark ein gleichmäßiges Gemisch von Holzarten, und entsprechend unterschiedlich wird auch ihre Bodenflora gewesen sein.

Es wäre ohne Zweifel höchst wertvoll, wenn ähnliche Untersuchungen auch in anderen Gebieten Mitteleuropas systematisch zur Durchführung gelangten. Insbesondere dürfte für sie in Ostpreußen, wo die Verbreitungsgrenzen von Fichte und Rotbuche eine so markante pflanzengeographische Erscheinung darstellen und von wo übrigens in den weiter unten besprochenen Arbeiten von H. GROSS Ansätze nach dieser Richtung hin vorliegen, aber auch in den diesseits der Buchengrenze gelegenen Teilen des nordostdeutschen Flachlandes, wo die Verbreitung dieses Waldbaumes wohl von jeher eine teilweise ziemlich stark unterbrochene war, ein interessante Ergebnisse und Aufschluß über manche noch ungeklärte Fragen versprechendes Arbeitsfeld zu finden sein. Außerdem verdienen die das Vorkommen der Rotbuche als maßgebender Bestandteil des Naturwaldes auf besseren Böden betreffenden Feststellungen noch besonders unterstrichen zu werden, denn sie stellen eine wichtige Ergänzung zu früheren, auf das nordwestliche Deutschland bezüglichen Ausführungen desselben Verf.s dar (H. HESMER, Die Entwicklung der Wälder des nordwestdeutschen Flachlandes. Z. Forst- u. Jagdwesen **1932**, 577—607). Für dieses Gebiet hatte R. TÜXEN in mehreren pflanzensoziologischen Arbeiten (z. B.: Über einige nordwestdeutsche Waldassoziationen von regionaler Bedeutung. Jb. Geogr. Ges. Hannover für 1929, ersch. 1930) aus einer überspitzten Wertung des Klimaxbegriffes und aus seiner Anschauung von einer überstarken, auf die Dauer ihre eigene Existenz-

möglichkeit untergrabenden podsolierenden Wirkung der Rotbuche heraus lediglich die Mischwälder aus Eiche und Hainbuche und solche aus Eiche und Birke als natürliche Waldgesellschaften gelten lassen wollen; dagegen bestritt er — abgesehen nur von dem auf den Kalkbergen des Mittelgebirges vorkommenden „Fagetum subhercynicum" — ein natürliches Vorkommen von Buchenwäldern im nordwestdeutschen Flachland und erklärte die dort vorhandenen Buchenwälder für künstlich. Diese Behauptung, die TÜXEN selbst auch auf Schleswig-Holstein ausgedehnt hat und die von anderen, ihm folgenden Autoren auch noch auf andere Teile Deutschlands erstreckt worden ist, läßt sich, wie HESMER eingehend zeigt, hier aber nicht im einzelnen ausgeführt werden kann, auch rein soziologisch nicht aufrecht erhalten, vielmehr kommt man auch hier ohne eine Anerkennung der selbständigen artenarmen Buchenwaldtypen nicht zu einem den Tatsachen befriedigend gerecht werdenden System der Waldgesellschaften. Insbesondere aber steht die T.sche Anschauung in Widerspruch sowohl zu dem, was über den Holzartenwechsel infolge forstlicher Maßnahmen bekannt ist, wie auch zu dem eindeutigen Bild, das die Pollenanalyse von der Waldentwicklung Nordwestdeutschlands erkennen lehrt. Denn dieses zeigt einen bis zum Mittelalter ständig sich vergrößernden Anteil der Buche im nordwestdeutschen Walde, der mit Ausnahme der überhaupt schwach bewaldeten küstennahen Striche den Eichenanteil durchweg übertrifft, und ein Absinken der Buchenpollenkurve erst in der jüngsten Kulturzeit. Ebensowenig läßt sich durch pollenanalytische und durch forstgeschichtliche Untersuchungen eine eindeutige Bewegung der Holzartenanteile im Sinne der von T. behaupteten Sukzession vom Buchenwalde zum Eichen-Hainbuchenwald und weiter zum Eichen-Birkenwald, die unter dem Einfluß des podsolierenden Klimas in Nordwestdeutschland von selbst sich vollziehen soll, feststellen. Dies gilt nach den neueren Untersuchungen H.s auch für die Mark, indem es sich bei Chorin nicht, wie HARTMANN im Sinne TÜXENS angenommen hat, um erst durch die Forstwirtschaft zu Buchenwäldern umgewandelte Eichen-Hainbuchenwälder handelt, sondern die Rotbuche hier schon seit der Zeit ihrer Ausbreitung stets geherrscht hat.

Die floristische Stellung und Herkunft der Pflanzenwelt der ostfriesischen Inseln behandelt eine Arbeit von M. STEINHÄUSER [in Fedde, Repert. **35**, 177—268 (1934)]. Von allgemeinem Interesse ist namentlich die Erörterung der Frage, ob die Flora ein Relikt eines ehemaligen Festlandes oder eine Neubildung darstellt. Die neuere geologische Auffassung geht ja dahin, daß, wenn auch früher die Küste der Nordsee bedeutend weiter nördlich und westlich lag, die heutigen Inseln doch nicht etwa der Zerstörung entgangene Reste einer ehemaligen festländischen Dünenkette darstellen, sondern als Sandneubildungen des Meeres aufzufassen sind. In Übereinstimmung hiermit gelangt die Verfn. zu der Feststellung, daß die ökologischen und geographischen Verbreitungsbedingungen der Blütenpflanzen der ostfriesischen Inseln der Annahme einer Neuansiedlung der Flora auf dem Wasser- oder Luftwege keineswegs entgegenstehen. Besonders beweiskräftig in dieser Hinsicht ist die Zusammenstellung der Beobachtungen über die pflanzliche Besiedlung einer Reihe von kleinen Inselchen im Bereich oder in der Nähe der ostfriesischen Inselkette, die seit den letzten 30—40 Jahren in Bildung begriffen sind — am bekanntesten von ihnen ist der Memmert — und die heute nebeneinander die verschiedenen Stadien der Entwicklung einer gleichartigen Flora vor Augen führen, so daß man aus ihrer Entstehungsart auch auf die der Flora der älteren Inseln schließen kann. Hier steht mit Sicherheit fest, daß sich auf einem anfangs pflanzenleeren Gebiet eine Neuflora gebildet hat, und es zeigt sich ferner, daß die ersten Ansiedler immer wieder den gleichen Arten angehören, während die Weiterentwicklung keine so gleichförmige mehr ist, sondern sowohl die Artenzahl sehr verschieden schnell wachsen als auch die Reihenfolge der Arten verschieden sein kann; es ergeben sich so innerhalb eines in den wesentlichen Zügen einheitlichen Gesamtbildes individuelle Verschiedenheiten der einzelnen Inselchen, die den innerhalb der ostfriesischen Inselkette vorhandenen entsprechen.

Die übrigen Abschnitte der Arbeit behandeln die Artenzusammensetzung der Flora, wobei sich nach Ausschaltung nicht einheimischer und nur vorübergehend auftretender Pflanzen ein Bestand von 321 spontanen Arten ergibt, von denen 147 Sand- und Dünenpflanzen sind, 134 der Vegetation der Dünentäler, sowie der Heide- und Moorgebiete innerhalb der Dünenketten und 40 derjenigen der Außenweiden und Schlickgebiete (Watt) angehören. Die Verteilung dieser Arten, soweit in ihnen floristische Unterschiede zwischen den einzelnen Inseln hervortreten, wird ausführlich dargestellt mit dem Ergebnis, daß knapp die Hälfte der Arten sich auf allen Inseln findet, während Borkum, die größte und zugleich die größte Standortsmannigfaltigkeit aufweisende Insel, mit 91% der Gesamtflora die reichhaltigste Flora besitzt, dagegen Baltrum, die kleinste der Inseln, mit nur 54% und keiner auf ihr ausschließlich vorkommenden Art am geringsten bedacht ist. Durch Vergleich zunächst mit den west- und nordfriesischen Inseln sowie der gegenüberliegenden Festlandsküste, dann weiter auch mit anderen Küstenfloren Europas ergibt sich ein Florendiagramm, durch das die spezielle floristische Stellung der ostfriesischen Inseln gut charakterisiert wird: fast völlige Übereinstimmung mit dem Küstengebiet der Nordsee und auch noch mit Westengland, nächstdem zahlenmäßig am meisten mit den westlichen Küstengebieten von Portugal bis Frankreich und Irland, größere Lücken schon gegenüber dem Ostseegebiet und noch geringer der Zusammenhang mit dem Mediterrangebiet und den nordisch-arktischen Küstenfloren. Auch die Frage nach dem allgemeinen floristischen Wesen und der Herkunft der Flora, wie sie sich auf Grund der Zugehörigkeit der vorkommenden Arten zu bestimmten Florenelementen darstellen, wird erörtert; allerdings sind die der Betrachtung zugrunde gelegten Gruppen einigermaßen kollektiv gefaßt, was zwar den Vorzug einer größeren Übersichtlichkeit mit sich bringt und in Ansehung der geringen ökologischen Mannigfaltigkeit des behandelten Gebietes für dieses wohl auch genügt, anderseits aber doch auch einen gewissen Mangel an Homogenität zur Folge hat, der eine Auswertung für Vergleiche mit anderen, reicher gegliederten Gebieten erschweren dürfte.

W. WANGERIN.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor HANS MATTHÉE, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.